

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA QUÍMICA: MODALIDADE  
COUROS E TANANTES



PROJETO DE UMA INDÚSTRIA DE CURTUME

ALUNA: JULIANA BEZERRA DO AMARAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA QUÍMICA  
MODALIDADE COUROS E TANANTES**

**PROJETO DE UMA  
INDÚSTRIA DE CURTUME**

**ALUNA: JULIANA BEZERRA DO AMARAL**

**MATRÍCULA: 931.1614-3**

**CAMPINA GRANDE – PB  
OUTUBRO DE 1998**

**OUTUBRO DE 1998**

**JULIANA BEZERRA DO AMARAL**

# **PROJETO DE UMA INDÚSTRIA DE CURTUME**

Este projeto caracteriza-se como relatório da disciplina estágio supervisionado sendo assim, um registro de conclusão de curso à obtenção do Título de Tecnóloga Química de Nível Superior em Couros e Tanantes.

*ORIENTADOR: Prof.: Alberto Frederico Ribeiro Silva*

*INSTITUIÇÃO DE ESTÁGIO: Curtume J. Motta*

*PERÍODO DE ESTÁGIO: 02/03/98 à 30/06/98*



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

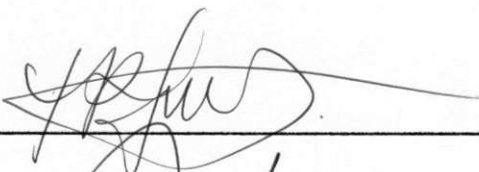
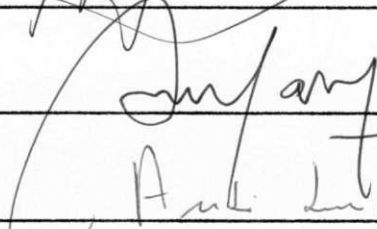
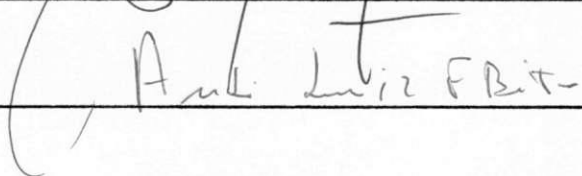
JULIANA BEZERRA DO AMARAL

PROJETO DE UMA  
INDÚSTRIA DE CURTUME

Aprovado em 15/10/98

Banca Examinadora:

B.6 (oitos e seis)

-   
\_\_\_\_\_
-   
\_\_\_\_\_
-   
\_\_\_\_\_



J. MOTTA

Indústria e Comércio S.A.


D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os fins que se tornem necessários  
que a estagiária JULIANA BEZERRA DO AMARAL, 93116143, estagiou  
nas dependências desta empresa, no período de 02.03.1998 à  
30.06.1998, cumprindo um total de 705 horas.

Natal-RN, 30 de junho de 1998.

J. MOTTA INDÚSTRIA E COMÉRCIO S. A.

10 / GERENTE PRODUÇÃO

  
\_\_\_\_\_  
Diretor

**CURTUME SÃO FRANCISCO:**

Av. Ind. João Francisco da Motta, 3683 - Fax (084) 753-1658 - Quintas - Caixa Postal 102 - CEP: 59050-480 - NATAL - RN  
Telefone: (084) 753-1700 - Telex: 842150 JMOT BR-TELEG: JATTOM - FILIAIS: Rio de Janeiro - São Paulo - Novo Hamburgo

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por mais uma oportunidade que me concedeu de estar novamente trilhando caminhos para a minha realização profissional.

Aos meus familiares, pela felicidade proporcionada no decorrer da minha vida e do meu curso, e por todo o incentivo e dedicação.

Ao Curtume J. Motta, a toda sua equipe, pela paciência e colaboração que me dedicaram no decorrer do estágio.

Ao professor Alberto Frederico Ribeiro Silva, pela presteza e orientação para a realização deste projeto e a todos os demais professores que contribuíram para a minha formação profissional.

Por fim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste projeto.

## SUMÁRIO

<b>1.0 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>08</b>
<b>2.0 – IDENTIFICAÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>3.0 – LOCALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>10</b>
<b>4.0 – LAY-OUT .....</b>	<b>13</b>
<b>5.0 – DIMENSIONAMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>19</b>
<b>6.0 – FLUXO INDUSTRIAL .....</b>	<b>24</b>
<b>7.0 – SELEÇÃO DE TECNOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>8.0 – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>42</b>
<b>9.0 – TRATAMENTO DE EFLUENTES.....</b>	<b>48</b>
<b>10.0 – ANÁLISES QUÍMICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>11.0 – CONTROLE DE QUALIDADE .....</b>	<b>76</b>
<b>12.0 – INVESTIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>78</b>
<b>13.0 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>85</b>
<b>14.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>



## RESUMO

AMARAL, Juliana Bezerra do. Projeto de uma Indústria de Curtume. Campina Grande – 1998 - 87 páginas. (Relatório). Conclusão do Curso Superior em Tecnologia Química – Modalidade: Couros e Tanantes – Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

Este projeto apresenta a metodologia envolvida para a instalação e implantação de um curtume de 400 peles diárias, situado na cidade de Campina Grande. Consolida as diversas etapas do processo de curtimento e acabamento de peles bovinas, diagnosticando e aduzindo técnicas envolvidas neste processo, como lay-out, fluxograma, seqüência das operações químicas e físicas e devidos controles, bem como, estimativa de custos e estudo dos coeficientes. Portanto, todas as demonstrações feitas questionam a natureza do processo produtivo, o ciclo e execução física do curtume e a preocupação com o meio ambiente na implantação de uma estação de tratamento de efluentes.

## **ABSTRACT**

This project methodology involved in the installation and implantation of a tannery with the capacity to treat 400 hides a day, located in Campina Grande city. Consolidates the several stages of tanning process and bovines hides completion, knowing and suggesting technics involved in this process, like lay-out, flow chart, chemical and physical operations and due controls, as well as, cost estimation and study of coefficients. Therefore, all demonstrations done in this work have the purpose to measure the productive process nature and the tannery physical executions and the preoccupation care with the enviroment at the implantation of one tretment station of effluent.

## 1.0 – INTRODUÇÃO

Este projeto é um documento de conclusão de curso que avalia todos os aspectos organizacionais para a implantação de uma indústria de curtume, quando ao seu funcionamento e dimensionamento, buscando sempre qualidade e proteção ambiental.

Exibe um conjunto de fatores técnicos e econômicos que possibilitam avaliar a nível qualitativo e quantitativo a viabilidade de implantação.

Portanto, o objetivo principal desse projeto é reunir todas as informações do arranjo físico, da disponibilidade mercadológica, do caráter administrativo e principalmente do equilíbrio com o meio ambiente; quando estas informações estão dispostas adequadamente é possível se concretizar o empreendimento industrial.

## 2.0 – IDENTIFICAÇÃO

- Razão Social: Curtume Nordeste Ltda.  
Nome de Fantasia: Curtume Nordeste
  
- Nome da Responsável: Juliana Bezerra do Amaral
  
- Endereço: Lote 2 – Quadra B – Rua Projetada, s/n, Polo de Curtume, Catingueira – 58100.000 – Campina Grande PB.
  
- Direção: Esta deverá estar a cargo do sócio de maior participação nas ações, ficando para os demais as chefias do departamento financeiro e comercial.
  
- Natureza do Estabelecimento:
  - Tipo de atividade industrial:  
Beneficiamento de couro vacuum.
  
  - Fim a que se destina:  
Processamento de peles verdes e salgadas em couros acabados.
  
- Situação da Indústria: A indústria funcionará com produção de quatrocentos couros por dia, sendo todos acabados.
  
- Áreas da Indústria:
  - Área total do terreno: 18.753 m<sup>2</sup>
  - Área construída: 4.000 m<sup>2</sup>
  
- Regime de Trabalho:
  - Dias por semanas: 05 dias
  - Dias por mês (média): 23 dias
  - Horas por dia: 08 horas e 48 minutos.

### **3.0 – LOCALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA**

A indústria de curtume situa-se em Campina Grande, município do Estado da Paraíba. Cidade esta que se destaca na atividade coureiro-calçadista pela infra-estrutura e boa potencialidade de investimento industrial.

- **INFRA-ESTRUTURA**

O Polo de Curtume de Campina Grande localizado na Catingueira não dispõe de rio, o qual seria fonte de água contínua e de baixo custo, sendo assim, se fará uso da água reciclada no setor de produção e também contará com o uso da água de poços artesianos já que o terreno é propício à construção do mesmo.

Como fonte complementar para administração, refeitório e banheiros utiliza-se o serviço prestado pela Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba – CAGEPA.

A energia elétrica será garantida pela Companhia de Eletricidade da Borborema – CELB, com capacidade para atender altas demandas energéticas e para fins de segurança a indústria contará com um transformador automático.

A cidade dispõe de acessos de rodovias asfálticas interligadas com várias capitais do país, possui sistema de interligação com o Porto Marítimo de Cabedelo, dispõe de vôo diário regular para as demais regiões do país, conta com empresas de comunicação, rede bancária e estabelecimentos de saúde.

- **INCENTIVOS:**

A nível federal conta com o apoio e incentivo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, por meio do Fundo de Investimento do Nordeste – FINOR, e do Banco do Nordeste do Brasil – BNB e do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE. A nível estadual conta com a Companhia de Industrialização do Estado da Paraíba – CINEP. E a Prefeitura

Municipal de Campina Grande em parceria com o Governo do Estado, prestam orientação técnica sobre as potencialidades de investimento local e regional.

- **MÃO-DE-OBRA:**

A mão-de-obra especializada é oriunda da Universidade Federal da Paraíba do Curso Superior em Tecnologia Química – Modalidade: Couros e Tanantes e do Centro de Tecnologia de Couros e Calçados – unidade do SENAI.

A mão-de-obra não especializada não apresenta empecilhos, uma vez que, após ingresso na indústria os operários contarão com a experiência adquirida na prática do trabalho.

- **MATÉRIA-PRIMA:**

A matéria-prima do curtume é a pele crua, que pode chegar à fábrica em forma de pele fresca (verde) e pele salgada, sendo este último tipo de conservação, o mais usado no processamento. Os curtumes da região, segundo o "Questionário Avaliativo dos Curtumes quanto ao Processo de Poluição da Cidade de Campina Grande – 1996", utilizam 14,3% de peles no estado de conservação verde e 85,7% no estado salgado.

As peles frescas (verdes), ao serem recebidas no curtume, devem ser trabalhadas logo após a recepção. As peles recebidas em estado salgado, são pesadas, classificadas, separadas de acordo com o peso, classificação e trabalhadas em lote.

A procedência da matéria-prima é dos Estados da Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Pará e Goiás.

- **ASPECTO GEOGRÁFICO E FÍSICO:**

A cidade de Campina Grande localiza-se numa excelente posição geográfica, apresenta uma topografia levemente ondulada, de clima equatorial semi-árido, temperatura média de 22° C, com velocidade dos ventos de 6 a 8 m/s em direção E e SE, altitude média de 550 m, umidade relativa do ar de 75 a 83%.

- **MERCADO:**

No Estado da Paraíba existem 72 empresas, do setor formal, no ramo de calçados e afins, das quais 50 situam-se em Campina Grande. Quanto ao setor informal, totaliza 319 empresas, sendo 186 localizadas em Campina Grande, segundo Pesquisa Direta SICTCT/SEDE/SEBRAE em 1996. Somado a isto tem-se um mercado interno e externo que representa um mercado favorável para que a indústria do couro sobreviva.

## 4.0 – LAY-OUT

O lay-out ou arranjo físico é a disposição estrutural do funcionamento de uma indústria visando obter melhor resultado técnico, econômico e financeiro. Atendendo principalmente o fluxo de produção, a eliminação de demoras, economia dos espaços, melhor aproveitamento em manutenção dos equipamentos e rigoroso controle de custos, no sentido de agilizar a produção.

### 4.1. ÁREAS DO ARRANJO FÍSICO DO CURTUME

- Área de recebimento do material (matéria-prima, insumos e equipamentos);
- Armazenamento do material bruto ou semi-acabado;
- Armazenamento em processo;
- Espera entre operações;
- Área de armazenamento de material acabado;
- Entrada e saída da fábrica;
- Estacionamento;
- Controle de frequência dos empregados;
- Seção de Ribeira;
- Área das máquinas e equipamentos;
- Seção de curtimento;
- Seção de secagem;
- Seção de acabamento: seco e molhado;
- Área de expedição do material;
- Vestiário;
- Secretaria;
- Diretoria;
- Contabilidade;
- Laboratório;
- Bebedouros;
- Departamento de pessoal;
- Refeitório.



## 4.2. POSSIBILIDADES DE FUTURAS AMPLIAÇÕES

Depois de instalado o curtume, as suas possibilidades de futura expansão estarão ligadas a sua competitividade no mercado.

## 4.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO LAY-OUT

- **Fundação (Base)**

É necessário fazer bases elevadas, possibilitando a evacuação dos resíduos nos canais, como também a utilização da carga e descarga dos caminhões.

- **Piso**

É de grande importância pois dele dependerá o transporte interno. O piso adequado é a base de lajes (cimento e concreto) que possuem durabilidade, resistência e facilidade para o transporte.

- **Iluminação**

O curtume nas suas paredes laterais tem grandes janelas, as quais fornecerão iluminação natural, durante o dia. À noite, a iluminação é fornecida por lâmpadas fluorescentes que são forte e econômicas.

- **Instalações Sanitárias**

As partes sanitárias são instaladas e posicionadas em quantidade suficiente, na proporção de 25 a 30 operários por W.C.

- **Canalização**

As dependências internas do curtume, contam com uma canalização aberta, coberta com grades, para facilitar a limpeza das seções como também da sua manutenção. Nas dependências externas utiliza-se tubulação de concreto,

apresentando uma inclinação em um nível não inferior a 0,35% evitando grandes concentrações de água residuais.

- **Instalação de Ar Comprimido**

A instalação do compressor será na parte externa do setor fabril, devido a sua periculosidade.

- **Ventilação/Cobertura**

O galpão será construído com telhado SHED, cobertura em duas águas e lanternim central facilitando a saída do ar, além disso contará com janelas espalhadas por todas as dependências do mesmo.

- **Bebedouros**

Estes estão em lugares de fácil acesso aos funcionários do curtume.

- **Laboratórios**

Situados próximo ao setor fabril mas fora da área de produção para evitar interferências nos equipamentos devido as vibrações.

- **Administração**

Situada na parte frontal do curtume, possibilitando o fluxo interno e externo de informações da indústria.

- **Caldeira**

Situada também na área externa da infra-estrutura maior da indústria, entretanto, próxima da produção e afastada da construção fabril por questão de segurança.

- **Casa de Força**

Situada na parte externa do curtume.

- **Carpintaria e Oficina Mecânica**

Situada na parte externa do curtume, próximo da produção.

- **Sala de Técnicos**

Local destinados aos técnicos do curtume, onde ocorre reuniões de todos os setores produtivos, como também avaliação dos resultados provenientes das análises químicas e físico-mecânicas.

- **Serviços Médicos (Ambulatório)**

Situado próximo ao setor de produção, facilitando o atendimento para caso de algum acidente com funcionários.

- **Almoxarifado Geral**

Depósito para estocagem de produtos químicos destinado ao setor de produção e de ferramentas e peças necessárias para as máquinas.

- **Laboratório Piloto**

Equipado com pequenos fulões para realizar testes preliminares e experiências em artigos, antes de entrarem em processamento na produção.

- **Guarita/Posto de Freqüência**

Localizada na entrada do curtume, juntamente com a sala de ponto de freqüência dos empregados, permitindo o controle eficiente e sistemático dos funcionários da empresa e o atendimento cortês às visitas e representantes comerciais, como também zelando pela segurança e bem-estar do curtume.

- **Refeitório**

Situado na parte externa do curtume devido ao odor desagradável que há no setor fabril.

- **Segurança Industrial**

A CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), é um órgão responsável pela segurança da indústria cujo objetivo é o bem estar dos funcionários no ambiente de trabalho.

- **Caixa D'água**

Localizada fora do setor produtivo. Tem por finalidade abastecer a indústria quando necessário.

- **Proteção Contra Alagamentos e Incêndios**

- Alagamentos

O local apresentará uma boa declividade permitindo que as águas sejam conduzidas espontaneamente, evitando-se a deposição de acúmulos de líquidos durante possível incidente.

- Incêndios

O curtume será equipado com sistema de combate ao incêndio, tais como: hidrantes e extintores.

Os hidrantes serão localizados na parte externa da fábrica a tal ponto que qualquer local da mesma seja atingido pelo menos por dois jatos de água dentro de um raio de 40 metros (30m de mangueira e 10m do jato).

Os extintores são instalados de acordo com o risco e classe de fogo. A distância máxima percorrida é de 10m. Para incêndio de classe A, como os que

ocorrem no setor de ribeira, barraca e administração, utilizam extintor de água pressurizada e/ou espuma. Para a classe B, como os da sala de matização, almoxarifado e caldeira, empregam extintor de gás carbônico e pó químico seco. Para a classe C, como os que ocorrem em quadros elétricos, motores, interruptores e compressores. Utilizam extintor de gás carbônico e pó químico seco. As instalações elétricas estão estabelecidas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (NR – 10).

## 5.0 – DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

Para medirmos tanto a capacidade produtiva como os elementos técnicos gerais da indústria de curtume, utilizamos VILLA, Júlio A – Relações Mútuas entre os Parâmetros da Indústria do Couro – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUUDI).

### 5.1. QUANTIDADE DE COUROS A TRABALHAR

O curtume deve produzir 400 couros/dia, sendo todos destinados ao acabamento. O beneficiamento de 400 couros/dia deixam 320 raspas diárias.

Sabendo-se que a média do couro da região possui 3,20 m<sup>2</sup> de superfície, deixa uma raspa de 1,07 m<sup>2</sup> de superfície e pesa em média 26 Kg/couro. A metragem que proporcionará essa produção será:

$$400 \text{ AC} \times 3,20 \text{ m}^2/\text{couro} = 1.280 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Considerando a perda de 20% nas raspas, o rendimento apresentado será o seguinte:

$$320 \text{ RA} \times 1,07 \text{ m}^2/\text{couro} = 342,40 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Portanto a metragem total será:

$$1.280 \text{ (couros)} + 342,40 \text{ (raspas)} = 1.622,40 \text{ m}^2/\text{dia}$$

O curtume trabalhará 48 semanas ao ano (1 mês parado para manutenção), com um rendimento de 0,9 (férias, feriados pagos e outros).

$$400 \text{ couros} \times 26 \text{ Kg/couro} = 10.400 \text{ Kg couro/dia}$$

$$230 \text{ dias} \times 400 \text{ couros/dia} = 92.000 \text{ couros/ano}$$

$$230 \text{ dias} \times 10.400 \text{ Kg couros/dia} = 2.392.000 \text{ Kg couros/ano}$$

$$230 \text{ dias} \times 1.622,40 \text{ m}^2/\text{dia} = 373.152 \text{ m}^2/\text{ano}$$

Sabendo que  $1\text{m}^2 = 10,76 \text{ p}^2$ , a metragem será:

$$373.152 \text{ m}^2/\text{ano} \times 10,76 \text{ p}^2 = 4.015.115,50 \text{ p}^2/\text{ano}.$$

## 5.2. DISTRIBUIÇÃO DA SUPERFÍCIE COBERTA

O valor médio normal para couros grandes é de  $900 \text{ p}^2/\text{m}^2 \text{ SC}$  o qual garante uma boa utilidade que produzem os edifícios.

A metragem utilizada é baseada no coeficiente de 1,5 que se refere a curtumes que processam tudo até o acabamento.

$$2.392.000 \text{ Kg couros/ano} \times 1,5 \text{ p}^2/\text{Kg} = 3.588.000 \text{ p}^2/\text{ano}$$

$$\frac{3.588.000 \text{ p}^2/\text{ano}}{900 \text{ p}^2/\text{m}^2 \text{ SC}} = 3.986,66 \text{ m}^2 \text{ SC} \cong 4.000 \text{ m}^2 \text{ SC}$$

$$900 \text{ p}^2/\text{m}^2 \text{ SC}$$

SETORES	%	m <sup>2</sup>
Fabricação	68	2.720
Classificação e Expedição	14	560
Laboratório – Escritório e Banheiro	08	320
Serviços Gerais	10	400
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>4.000</b>

(Quadro 1 – Distribuição da Superfície Coberta) Fonte: Villa, Júlio A.

SETORES	%	m <sup>2</sup>
Ribeira	25	680
Curtimento	09	244,80
Semi-Acabado	19	516,80
Secagem	21	571,20
Acabamento	26	707,20
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2.720</b>

(Quadro 2 – Distribuição da Superfície Coberta na Fabricação) Fonte: Villa, Júlio A.

### 5.3. DISTRIBUIÇÃO DE HPI

Para a transformação da energia potencial em m<sup>2</sup> curtidos, calcula-se o fator de potência, usando um coeficiente de 420 m<sup>2</sup>/Hpi.

$$\frac{373.152 \text{ m}^2/\text{ano}}{420 \text{ m}^2/\text{HPI}} = 888,45 \text{ HPI/ano}$$

O curtume possuirá uns 25% a mais de HPI instalados, ou seja, 222,113 HPI, mais em serviços gerais como oficina mecânica, caldeiras e compressores, que perfaz um total de 1.110,56 HPI.

### 5.4. RENDIMENTO DOS FULÕES

O rendimento dos fulões é a relação de 1m<sup>2</sup> de couro curtido por litro de fulão, baseado em uma produtividade de 1,50 m<sup>2</sup>/l

$$\frac{373.152 \text{ m}^2/\text{ano}}{1,50 \text{ m}^2/\text{l}} = 248,768 \text{ l de fulões}$$

QUANTIDADE	TIPO	MEDIDAS EXTERIORES	LITROS
02	Remolho e Caleiro	4,0 x 4,0	50.000
03	Curtimento	3,5 x 3,0	33.000
04	Recurtimento	2,5 x 1,7	24.800
09	<b>TOTAL</b>		<b>107.800</b>

(Quadro 3 – Rendimento dos Fulões) Fonte: Villa, Júlio A.

### 5.5. RELAÇÃO LITROS DE ÁGUA

A cifra prática muito utilizada entre os curtidores é que se consome diariamente de um litro d'água por litro de fulão até quase o dobro da capacidade dos fulões, quer dizer:



1-1,5 a 2 l/dia

1 fulão

Em 230 dias tem-se que:

$$107.800\text{l} \times 230 \text{ dias} \times 1 = 24.794.000\text{l} \text{ água/ano} (107.800 \text{ l} \text{ água/dia})$$

$$107.800\text{l} \times 230 \text{ dias} \times 2 = 49.588.000\text{l} \text{ água/ano} (215.600 \text{ l} \text{ água/dia})$$

Supondo-se que o curtume consuma 161.700 l água/dia (37.191.000 l água/ano), logo:

$$\frac{37.191.000 \text{ l} \text{ água/ano}}{107.800 \text{ l} \text{ fulão}} = 345$$

107.800 l fulão

Por conseguinte, são necessários caixa de água e motobombes:

1 Caixa de água de 161.700 l  $\cong$  165.000 l

1 Motobombes de 50.000 l/hora

1 Motobombes auxiliar de 50.000 l/hora

Então o consumo de água será de:

$$\frac{37.191.000 \text{ l} \text{ água/ano}}{92.000 \text{ couros/ano}} = 404,25 \text{ l /couro}$$

92.000 couros/ano

## 5.6. DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Este coeficiente prevê a carência de energia elétrica que fornecem as redes públicas, por tal motivo é fundamental constar com reservas de energia própria, no caso de falta de energia elétrica. O coeficiente utilizado, para uma margem de segurança, será o valor médio de 3 a 4, então:

$$KVA = \frac{HPi/ano}{3,5} = \frac{888,45}{3,5} = 253,85 \text{ KVA/ano}$$

## 5.7. CONSUMO DE ELETRICIDADE

Há instalados no curtume 888,45 HPi de máquinas de fabricação.

O consumo teórico é:

$$888,45 \text{ HPi/ano} \times 0,736 \text{ Kw} \times 8 \text{ horas/dia} \times 23 \text{ dias/mês} \times 11 \text{ meses} = 1.323.491,90 \text{ Kwh/ano.}$$

Foi considerado que 1 mês ao ano se perde por férias, manutenção e outros.

O consumo prático situa-se em 60% do valor teórico, logo:  $1.323.491,90 \text{ Kwh/ano} \times 0,60 = 794.095,14 \text{ Kwh/ano.}$

O consumo efetivo, é de:

$$\frac{794.095,14 \text{ Kwh}}{373.152 \text{ m}^2/\text{ano}} = 2,12 \text{ Kwh/m}^2$$

## 5.8. CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

O coeficiente para couros/ano é 10 Kg PQ/couros, logo:

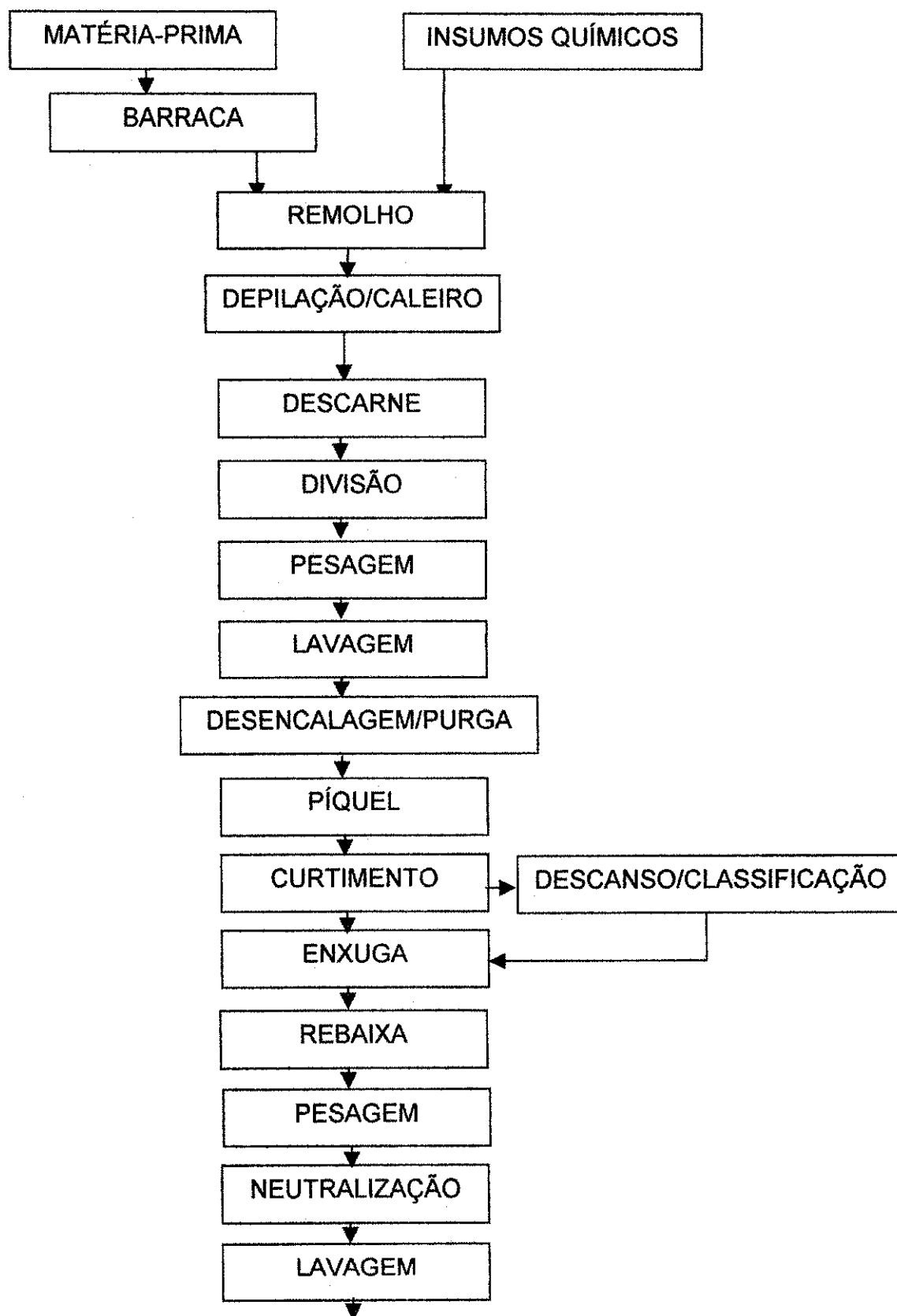
$$92.000 \text{ couros/ano} \times 10 \text{ Kg PQ/couros} = 920.000 \text{ Kg PQ/ano}$$

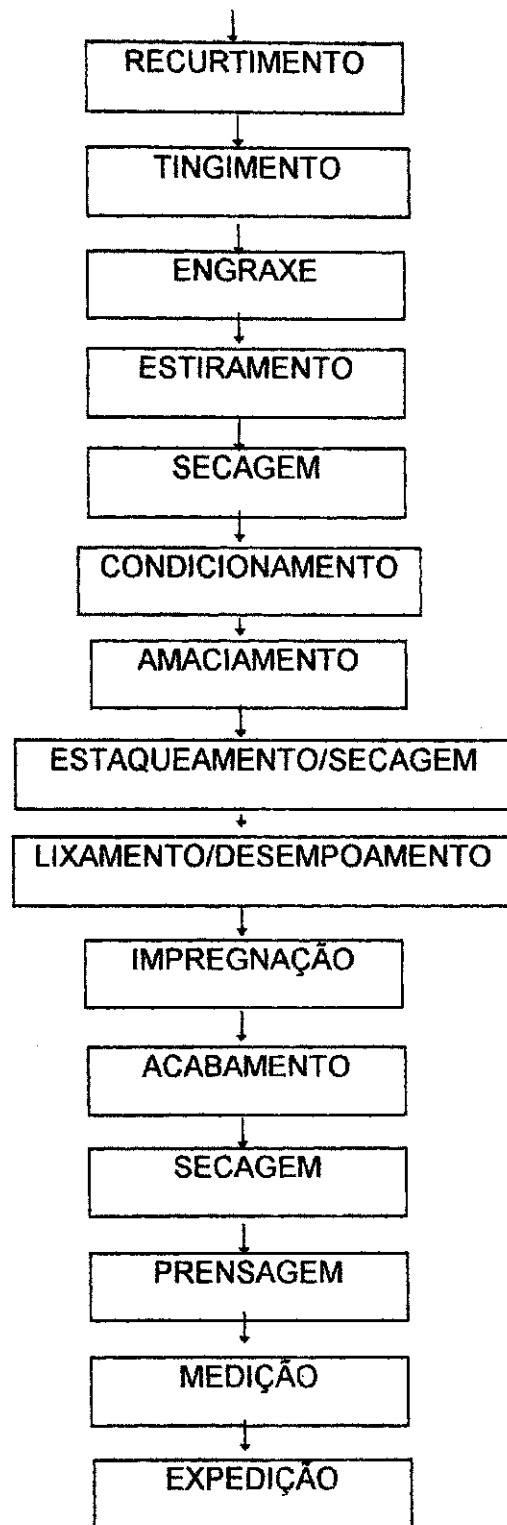
Subdividindo por setores, tem-se:

- Operações de Ribeira:  $\frac{920.000 \text{ Kg PQ/ano}}{3,5} = 262.857,14 \text{ Kg PQ/ano}$
- Curtimento:  $\frac{920.000 \text{ Kg PQ/ano}}{1,5} = 613.333,33 \text{ Kg PQ/ano}$
- Acabado:  $\frac{920.000 \text{ Kg PQ/ano}}{30} = 30.666,666$

## 6.0 – FLUXO INDUSTRIAL

### 6.1. FLUXOGRAMA





Fonte: HOINA CKI , Eugênio. Peles e Couros

## 6.2. ÁREAS DO SETOR PRODUTIVO

### 6.2.1. BARRACA

É o local de armazenamento das matérias-primas, que são adquiridas verdes e/ou salgadas. Quando salgadas, devem passar por primeira etapa, em um fulão de bater sal, reduzindo a concentração salina do efluente final. Já as verdes, são processadas após o recebimento ou conservadas com sal e colocadas sobre estrado de madeira (paletes).

Na barraca, são efetuadas as classificações de peles por tamanho, tempo de conservação, peso e qualidade, bem como contagem, recorte das aparas, estocagem, conferência e pesagem.

As condições de armazenamento são levadas em consideração, sendo os fatores, temperatura e umidade relativa os mais importantes; o piso é de laje de concreto e possui uma pequena inclinação para facilitar o escoamento das águas e salmouras, as paredes são de azulejo para facilitar a limpeza, o transporte das peles para os fulões é feito através da empilhadeira e a iluminação é natural e artificial com lâmpadas fluorescentes.

- **Equipamentos**

Paletes, fulão de bater sal, balança, mesa de refilamento e classificação.

- **Mão-de-obra**

06 operários.

### 6.2.2. SETOR DE RIBEIRA

Iluminação e piso idênticos a barraca. Os fulões são carregados com o uso de empilhadeiras equipada com caixotes.

### 6.2.2.1. Remolho

Tem por finalidade repor o teor de água apresentado pelas peles quando estas recobriam o animal, limpar as peles eliminando impurezas aderidas aos pêlos, bem como extrair proteínas e materiais interfibrilares.

Para melhor desempenho deste processo, devemos controlar os seguintes fatores: qualidade da água, temperatura, tempo, ação mecânica (rotação de 1 a 4 rpm), pH entre 9,2 - 9,5 e concentração salina de 0,5-3,0° Bé.

### 6.2.2.2. Depilação e Caleiro

Processo que tem como principal função remover os pêlos e o sistema epidérmico, bem como preparar as peles para as operações posteriores. Os produtos químicos utilizados neste processo são: sulfeto de sódio, hidróxido de cálcio, tensoativos e compostos de aminas.

O tempo, a temperatura, a movimentação e o volume do banho, como também o pH (11-12) são fatores que devem ser levados em consideração para a eficiência do processo.

Este processo é responsável pela maior carga poluente do processo industrial e portanto, o avanço tecnológico conduziu a um processo que visa a recirculação deste banho, gerando um efluente a ser tratado com uma parcela mínima da carga original e reduzindo o consumo de insumos no processo.

### 6.2.2.3. Descarne

Operação mecânica que visa eliminar os materiais aderidos ao carnal. Os resíduos sólidos (carnaças) gerados, são colhidos em separado, digerido mediante aquecimento simples e enviados ao aterro sanitário.

#### 6.2.2.4. Refilação

São recortes complementares aos realizados na barraca, que objetivam a eliminação das partes não aproveitáveis.

#### 6.2.2.5. Divisão

Operação mecânica que consiste no corte da pele em camadas longitudinais obtendo com isto duas camadas – a superior, denominada flor e a inferior, denominada raspa.

#### 6.2.2.6. Desencalagem

Tem a finalidade de remover a cal e outras impurezas da pele. O trabalho é feito pela reação da cal com sulfato de amônia, desencalante comercial.

A fenolftaleína é utilizada como indicador no desempenho do processo e deve-se apresentar incolor quando despontado na pele, indicando ausência de álcalis na pele. A temperatura situa-se entre 30 a 38° C , o tempo relaciona-se com o volume do banho e o pH do banho deve ficar em torno de 7,5-8,5.

#### 6.2.2.7. Purga

A purga tem por finalidade remover os materiais queratinosos degradados, visando a limpeza da estrutura fibrosa.

Devem ser controlados a concentração da purga, a ação mecânica, com também o pH na faixa de 8,0-8,5 e a temperatura entre 37 e 38° C.

Na prática, a eficiência do processo é verificado pelos seguintes testes: prova de pressão com o dedo, prova de estado escorregadio, prova de afrouxamento da rufa e aspectos gerais da pele.

#### 6.2.2.8. Píquel

É a preparação da pele para o curtimento, através da acidulação em presença do cloreto de sódio, facilitando a penetração e distribuição dos agentes curtentes.

Deve-se controlar a temperatura, a concentração salina e o pH em torno de 2,5-2,9 para couros curtidos ao cromo. O controle do pH na pele é feito com o indicador verde de bromo-cresol, que deve apresentar coloração amarelada.

#### 6.2.2.9. Curtimento

É o processo que visa transformar as peles em material estável e imputrescível – o couro. As características mais importantes conferidas pelo curtimento ao cromo são: o aumento da temperatura de retração, estabilidade face às enzimas, diminuição da capacidade de intumescimento do colagênio, maciez, elasticidade, lisura de flor, etc.

Os principais fatores que influenciam são o pH, a basicidade, o tempo, a temperatura e o efeito mecânico. Para o controle realiza-se a determinação da temperatura de retração, teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  no banho residual, o pH do couro e o teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  no couro wet-bue.

Após o curtimento os couros wet-bue passam por um descanso no período de 12 a 24 horas, para que haja complementação das reações do couro.

#### 6.2.2.10. Enxugar

Operação mecânica que tem por finalidade remover o excesso de água apresentado nos couros, reduzindo de 60% para 45%.



#### 6.2.2.11. Classificação

Realizada manualmente, com a escolha de couros em função dos defeitos, tamanho e do artigo a ser produzido.

#### 6.2.2.12. Rebaixar

Operação mecânica que tem a finalidade de dar ao couro a espessura adequada e uniformidade em toda a sua extensão, controlando com o espessímetro.

- **Equipamentos**

Fulões de remolho e caleiro, máquina de descarnar, máquina de dividir, mesas de recorte, balança, fulões de curtimento, paletes, máquina de enxugar, máquina de rebaixar.

- **Mão-de-Obra**

30 operários.

#### 6.2.3. OPERAÇÕES DO SETOR DE RECURTIMENTO

A iluminação é natural e através de lâmpadas fluorescentes, o piso é de concreto lajeado.

Após os couros terem sido pesados e fulonados são indicados os processos de neutralização, recurtimento, tingimento e engraxe. O transporte desde a operação de descarne até o recurtimento é conduzido por empilhadeira com caixote e mesas com rodas. O transporte do couro semi-acabado é realizado por cavaletes com rodas e mesas com rodas.

#### 6.2.3.1. Neutralização

Consiste na eliminação dos ácidos livres existentes no couro, ou formados durante o armazenamento. São usados produtos auxiliares suaves sem prejuízo das fibras do couro. O pH do banho fica em torno de 4,6-5,2.

#### 6.2.3.2. Recurtimento

Processo que tem como finalidade permitir o lixamento, encorpar o couro, dar maciez, permitir a estampagem e facilitar a colagem na placa de secagem.

São utilizados sais de alumínio, resinas, sais de cromo, taninos vegetais e taninos sintéticos. Deve-se controlar o volume do banho, a temperatura entre 30 – 40° C, a ação mecânica.

#### 6.2.3.3. Tingimento

Processo que tem por finalidade, através dos corantes, dar cor aos couros. Utiliza-se ácido fórmico para fixação do corante.

Devem ser levados em consideração fatores como: temperatura, volume do banho, tipo de corante e etc.

#### 6.2.3.4. Engraxe

Constitui um dos processos mais importantes, tem por finalidade tornar o couro macio e elástico e melhorar as características físico-mecânicas.

Os produtos usados são: óleos naturais, sulfatados, sulfitados e sulfonados.

O engraxe é uma operação cujo sucesso depende também das etapas que o antecedem e o seguem.

#### 6.2.3.5. Secagem

A secagem tem por finalidade reduzir o teor de água dos couros para 14%, que é a quantidade representada pela água quimicamente ligada às proteínas e a água dos capilares finos. Esta água deverá permanecer após a secagem, pois a sua eliminação transformaria os couros em materiais sem as desejadas características de elasticidade, flexibilidade, maciez e toque.

Em princípio os couros sofrem uma secagem grosseira por acavaletamento e por máquina de estirar, a secagem complementar é realizada através do secotherm, secador a vácuo e secagem natural.

- **Equipamentos**

Fulões de recurtimento, balança, máquina de estirar, placas de secotherm, secador à vácuo.

- **Mão-de-obra**

20 operários.

#### 6.2.4. PREPARAÇÃO PARA O ACABAMENTO

##### 6.2.4.1. Acondicionamento

Após a secagem o couro apresenta cerca de 16-18% de umidade. Neste estado não pode ser submetido a qualquer trabalho mecânico, a fim de evitar graves prejuízos com relação ao aspecto e as características da camada flor. Isto implica na necessidade de uma reumidificação ou acondicionamento do material. Com o acondicionamento a umidade é elevada para 28-32%.

#### 6.2.4.2. Amaciamento

Uma vez reumedecidos, os couros podem ser amaciados. Tal operação deve ser feita com bastante cuidado para não haver quebra da flor. É realizado na máquina de amaciar e no fulão de bater.

#### 6.2.4.3. Estaqueamento

Uma vez executado o amaciamento, a umidade deverá ser reduzida até cerca de 14%. Esta última secagem é executada com o couro estaqueado em quadros especiais – toggling, retirando parte de sua elasticidade, dando um ganho de área e obtendo um couro mais armado.

#### 6.2.4.4. Lixamento e Desempoagem

Com o lixamento, são executadas as devidas correções da flor, visando eliminar certos defeitos e melhorar o aspecto do couro. Após esta operação, os couros são desempoados a fim de eliminar o pó aderido à camada flor, proveniente do lixamento.

#### 6.2.4.5. Impregnação

Em alguns casos, couros que apresentam flor solta ou com tendência a soltar a flor, deverá ser efetuada a operação de impregnação, que provoca a aderência da flor com a camada reticular.

A impregnação é composta de resinas, penetrantes e água.

#### 6.2.4.6. Acabamento

A operação de acabamento confere ao couro sua apresentação e aspecto definitivo. Poderá melhorar o brilho, o toque e certas características físico-

mecânicas como impermeabilidade à água, resistência à fricção, solidez à luz, etc. Com o acabamento, poderão ser eliminadas certas deficiências naturais.

São aplicadas ao couro três camadas sucessivas: camada de fundo, camada de cobertura e camada de lustro.

Uma composição para acabamento de couro pode apresentar os seguintes componentes: ligantes, pigmentos, solventes, água, anilinas e materiais auxiliares como: espessantes, tensoativos e ceras.

Os principais ligantes são à base de: proteínas, resinas, nitrocelulose e poliuretanos.

#### 6.2.4.7. Secagem Final

Cada camada de acabamento deve ser seca antes da camada subsequente, sendo realizada através de um túnel de secagem, com temperatura controlada (70-80° C).

#### 6.2.4.8. Prensagem

Após a aplicação de cada camada, o couro é submetido a uma prensagem à quente e sob uma pressão, a fim de moldar e uniformizar as camadas.

- **Equipamentos**

Balança, máquina de pintar com túnel de secagem, prensa, máquina de lixar, máquina de desempoar, máquina de amaciar, fulão de bater, toggling.

- **Mão-de-obra**

14 operários.

#### 6.2.5. EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO

É o setor onde se realiza a classificação, medição, embalagem e codificação do artigo.

- **Equipamentos**

Mesa para classificação e máquina de medir eletrônica.

- **Mão-de-obra**

6 operários.

## 7.0 – SELEÇÃO DE TECNOLOGIA

A tecnologia de processamento de couros deve procurar não apenas conter os níveis de poluição nos efluentes resultantes, mas sim ter em conta a utilização da maneira mais racional e consciente possível de todos os recursos naturais disponíveis, preservando o meio ambiente e gerando segurança as populações futuras.

### 7.1. REMOLHO

200% água à 25° C  
Rodar 30'  
Esgotar  
200% água à 25° C  
0,4% carbonato de sódio (diluído 1:2)  
0,25% produto enzimático  
0,05% bactericida  
Rodar 4h  
Controles: Bé = 0,5-3,0°  
pH = 9,2-9,5  
Esgotar/lavar/esgotar

### 7.2. CALEIRO/DEPILAÇÃO

60% água à 25° C  
1,2% amina  
1,5% cal  
0,1% tensoativo  
Rodar 60'  
1,5% sulfeto de sódio  
Rodar 60'  
+ 100% água à 25° C

Rodar 40'

Iniciar a recirculação do banho com filtragem do cabelo (2h)

+ 2% cal

Rodar 30'

Durante 14h, roda 10' e para 50'

Controle: pH = 11,5-12,5

Esgotar/lavar/descarregar/descarnar/refilar/dividir/pesar.

### 7.3. DESENCALAGEM/PURGA

100% água à 25° C

Rodar 20'

Esgotar

200% água à 25° C

0,05% tensoativo

0,2% desencilante

Rodar 15'

40% água à 25° C

1% sulfato de amônio

2% desencilante

Rodar 60'

Controles: pH = 8,0-8,5

                  corte da pele com fenolftaleína - incolor

Esgotar/lavar/esgotar

60% água à 25° C

0,1% purga

Rodar 40'

Controles: pH = 7,5-8,5

                  prova de pressão com o dedo

                  estado escorregadio

                  afrouxamento da rufa

Lavar/esgotar



#### 7.4. PÍQUEL

40% água à 25° C

5% sal

1% formiato de sódio (1:10)

Rodar 10'

Controle: Bé = 6-7°

20% água à 25° C

1,2% ácido sulfúrico (1:10)

Rodar 15'

0,5% ácido fórmico (1:10)

Rodar 15'

0,2% fungicida (1:2)

Rodar 2h

Controles: pH = 1,0-4,0

Corte da pele com verde de bromocresol – amarelo

Esgotar/lavar/esgotar

#### 7.5. CURTIMENTO

50% água à 25° C

6% sal de cromo com 33% de basicidade

0,1% fungicida

Rodar 90'

0,8% auto esgotante (complexante)

Rodar 60'

0,6% basificante (1:10) 4 x 15'

Rodar 5h

Controles: 0% de retração à 100° C

pH = 3,6-3,8

corte = verde-maçã (indicador verde de bromocresol)

Descarregar/repousar/enxugar/classificar/rebaixar/pesar.

## 7.6. NEUTRALIZAÇÃO

100% água à 25° C

Rodar 10'

Esgotar

80% água à 25° C

1,5% formiato de sódio (1:10)

Rodar 20'

1% bicarbonato de sódio

Rodar 30'

Controles: pH = 4,6-5,2

                  corte = verde-azulado (indicador verde de bromocresol)

Esgotar/lavar

## 7.7. RECURTIMENTO

100% água à 30°C

4% tanino sintético

Rodar 30'

3% resina acrílica

Rodar 30'

Esgotar/lavar

## 7.8. TINGIMENTO

100% água à 65° C

1,5% corante ácido (1:30) à 65° C

Rodar 30'

1,5% corante ácido (1:30) à 65° C

0,5% igualizante

Rodar 60'

1,5% ácido fórmico (1:10)

Rodar 20'

Esgotar

Lavar 5' à 65° C

## 7.9. ENGRAXE

80% água à 65° C

3% óleo sulfitado

1,5% óleo sintético

1,5% óleo sulfatado

1,0% óleo de mocotó

(1:5) à 65° C

Rodar 1h

1% ácido fórmico (1:10)

Rodar 20'

Esgotar/lavar

Acavaletar por 12 a 24h

## 7.10. ESTIRAR

## 7.11. SECAR

## 7.12. ACONDICIONAR

## 7.13. AMACIAR

## 7.14. LIXAR/DESEMPOAR

## 7.15. ACABAMENTO

### 7.15.1. IMPREGNAÇÃO

<b>Produtos</b>	<b>Partes</b>
Água	600
Resina	350
Penetrante	50

Aplicar uma demão/secar/prensar.

Obs.: Aplicada somente em couros lixados ou com problemas de flor frouxa.

7.15.2. FUNDO – COBERTURA – TOP

COMPOSIÇÃO	I	II
Água	420	-
Pigmento	150	-
Resina Mole	150	-
Resina média	200	-
Penetrante	30	-
Cera	50	-
Laca nitrocelulósica	-	500
Solvente	-	500

(Quadro 4 – Composição das camadas do acabamento)

**I – FUNDO–COBERTURA**

Aplicar 2 cruzeiras na pistola com túnel de secagem .

Prensar à 70° C/90 atm.

Aplicar 1 cruz na pistola com túnel de secagem.

Prensar à 70° C/90 atm.

**II – TOP**

Aplicar uma cruz na pistola com túnel de secagem.

Prensar à 80° C/60 atm.

## 8.0 – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

### 8.1. *FULÃO DE BATER SAL*

Marca	Michelon
Quantidade	01
Dimensão	4,0 x 4,0
Capacidade	7.000 Kg
Volume total	25.000 l
Potência	25 CV
Rotação	4 rpm

### 8.2. *BALANÇA*

Marca	Filizola
Quantidade	03
Capacidade	1.000 Kg

### 8.3. *FULÃO DE REMOLHO E CALEIRO*

Marca	Michelon
Quantidade	02
Dimensão	4,0 x 4,0 m
Capacidade	6.000 Kg
Volume total	25.000 l
Potência	25 CV
Rotação	4 rpm

#### 8.4. MÁQUINA DE DESCARNAR

Marca	Seiko
Quantidade	01
Dimensões	6,4 x 1,7 x 1,6 m <sup>3</sup>
Peso	6.000 Kg
Produção horária	150 couros
Potência	55 HP

#### 8.5. MÁQUINA DE DIVIDIR

Marca	Seiko
Quantidade	01
Dimensões	5,7 x 1,74 x 1,74 m <sup>3</sup>
Peso	5.200 Kg
Produção horária	180 couros
Potência	26,5 HP

#### 8.6. FULÃO DE CURTIMENTO

Marca	Michelon
Quantidade	03
Dimensão	3,5 x 3,0
Capacidade	3.000 Kg
Volume total	11.000 l
Potência	30 CV
Rotação	8 rpm

### 8.7. MÁQUINA DE DESAGUAR CONTÍNUA

Marca	Seiko
Quantidade	01
Dimensões	4,8 x 2,21 x 1,75 m <sup>3</sup>
Peso	8.700 Kg
Produção horária	180 couros
Potência	85 HP

### 8.8. MÁQUINA DE REBAIXAR

Marca	Enko
Quantidade	01
Dimensões	3,5 x 1,5 m
Produção horária	140 meios
Potência	40 HP
Capacidade	1.000 Kg

### 8.9. FULÃO DE RECURTIMENTO

Marca	Michelon
Quantidade	04
Dimensões	2,5 x 1,7 m
Capacidade	1.800 Kg
Volume total	6.200 l
Potência	5 HP
Rotação	15 rpm

### 8.10. MÁQUINA DE ESTIRAR

Marca	Enko
Quantidade	01
Dimensões	5,0 x 1,7 m
Peso	7.800 Kg
Produção horária	60 meios
Potência	80 CV

### 8.11. SECADOR À VÁCUO

Marca	Guttler
Quantidade	02
Dimensões	3,5 x 1,8 m
Produção Horária	20 meios
Potência	10 CV

### 8.12. SECOTHERM VERTICAL

Marca	Gozzini
Quantidade	06 placas
Dimensões	3,0 x 0,2 x 1,2 m <sup>3</sup>
Produção horária	10 meios
Potência	02 CV

### 8.13. MÁQUINA DE AMACIAR

Marca	Enko
Quantidade	01
Dimensões	2,5 – 3,0 m
Produção horária	80 meios
Potência	15 CV



**8.14. TOGGLING**

Marca	Master
Quantidade	01
Dimensões	5,0 x 3,0 m
Produção horária	50 couros
Potência	08 CV

**8.15. FULÃO DE BATER**

Marca	Michelon
Quantidade	01
Capacidade	1.800 Kg
Volume total	6.200 l
Potência	5,5 HP
Rotação	16 rpm

**8.16. MÁQUINA DE LIXAR**

Marca	Enko
Quantidade	01
Dimensões	3,3 x 2,35 m
Produção horária	60 meios
Potência	20 CV

**8.17. MÁQUINA DE DESEMPOAR**

Marca	Enko
Quantidade	01
Dimensões	2,5 x 1,4 m
Produção horária	60 meios
Potência	10 CV

**8.18. MÁQUINA DE PINTAR COM TÚNEL DE SECAGEM**

Marca	Seiko
Quantidade	01
Dimensões	34,0 x 4,0 m
Produção horária	300 couros
Potência	19 CV

**8.19. PRENSA**

Marca	Gozzini
Quantidade	01
Dimensões	1,5 x 1,0 m
Produção Horária	110 meios
Potência	15 CV

**8.20. MÁQUINA DE MEDIR ELETRÔNICA**

Marca	Metriker
Quantidade	01
Dimensões	4,5 x 1,9 m
Produção horária	130 meios
Potência	07 CV

**8.21. FULÃO DE ENSAIO**

Marca	Michelon
Quantidade	03
Dimensões	1,20 x 0,80 m
Potência	1,0 CV
Rotação	4 – 16 rpm

## 9.0 – TRATAMENTO DE EFLUENTES

Atualmente não basta apenas produzir couros com qualidade mas também, produzir sem agredir o meio ambiente; o que vem a contribuir para melhorar a qualidade de vida. A utilização de tecnologias limpas tornou-se hoje uma necessidade, logo, com a implantação de uma estação de tratamento aliado com o aprimoramento e a atualização do processo produtivo, o curtume contribuirá para a preservação do meio ambiente.

### 9.1. EFLUENTES DE CURTUME

Genericamente, os curtumes podem gerar efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões gasosas.

#### 9.1.1. EFLUENTES LÍQUIDOS

A maior parte dos despejos líquidos de curtumes originam-se de descarga de fulões, onde ocorrem quase todos os processos industriais. As descargas são devido aos banhos e lavagem pós-banho. Há os despejos originados da limpeza de equipamentos e lavagem de pisos.

De acordo com FOLACHIEER (1976), a composição das águas residuais oriundas das operações do processo de produção, caracterizam-se por conter cal e sulfetos livres; elevado pH; cromo potencialmente tóxico; matéria – orgânica (sangue, salmouras, produtos de decomposição de proteínas), traduzida por elevada DBO; elevado teor de sólidos suspensos (pêlos, graxas e outros); turbidez e elevada dureza da água, salinidade e DQO.

#### 9.1.2. RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos apresentam cerca de 40 a 45% do peso da pele bruta, somente 55 a 60% destas peles são transformadas em couro, o resto torna-se despejo, segundo FOLACHIEER (1976).

Existem dois tipos de resíduos sólidos, que são:

#### **a) Resíduos Sólidos Industriais**

- Cloreto de sódio – resultante da salga de couros para conservação.
- Aparas de peles caleiradas do descarte – resulta do recorte das partes imprestáveis da pele após processo de caleiro, contendo matéria orgânica, cal e gorduras.
- Aparas de couros curtidos e serragem da rebaixadeira – resulta da aparação e recorte dos couros curtidos, contendo matéria orgânica, cloretos, sulfatos, gorduras e cromo.
- Pó de lixadeira e aparas de couros processadas – dependendo do artigo, o couro é lixado, produzindo o denominado pó da lixa. As aparas são o resultado dos recortes efetuados no couro para eliminar as partes indesejáveis ao artigo.
- Resíduos sólidos da estação de tratamento de efluentes – resulta do gradeamento, caixa de gordura e decantações feitas no tratamento de efluentes e recuperação de cabelo.

#### **b) Resíduos Sólidos Não Industriais**

- Lixo – resulta da varrição e limpeza em geral da empresa, tanto na parte produtiva, sanitárias, administrativas, bem como embalagens e insumos químicos.

As aparas de peles cruas ou caleiradas são coletadas e vendidas para fábrica de gelatina, as provenientes do sistema de gradeamento são tratadas por cozimento antes de serem direcionadas ao aterro. As aparas de couro curtido são de acordo com o tamanho, comercializado para fabricação de artigos pequenos. Os resíduos sólidos da estação de tratamento de efluentes são totalmente orgânicos, podendo ser utilizado na agricultura, com controle agrônômico e por tratamento prévio em leiras de compostagem no próprio local de utilização. A serragem e o pó da lixadeira, serão armazenado em local próprio, podendo ser utilizados para fabricação de compensados de couro, sendo ótimo isolante térmico e acústico. As embalagens não retornáveis e não reaproveitáveis são picotadas e compactadas em fardos.

O aterro de resíduos deve ser impermeabilizado, para evitar contaminação do lençol freático, devido a presença de metais.

### 9.1.3. EMISSÕES GASOSAS

Os odores perceptíveis numa indústria de curtume dificilmente podem ser atribuídos a um único fator. Existem vários pontos nos quais são gerados resíduos atmosféricos característicos dessa atividade industrial.

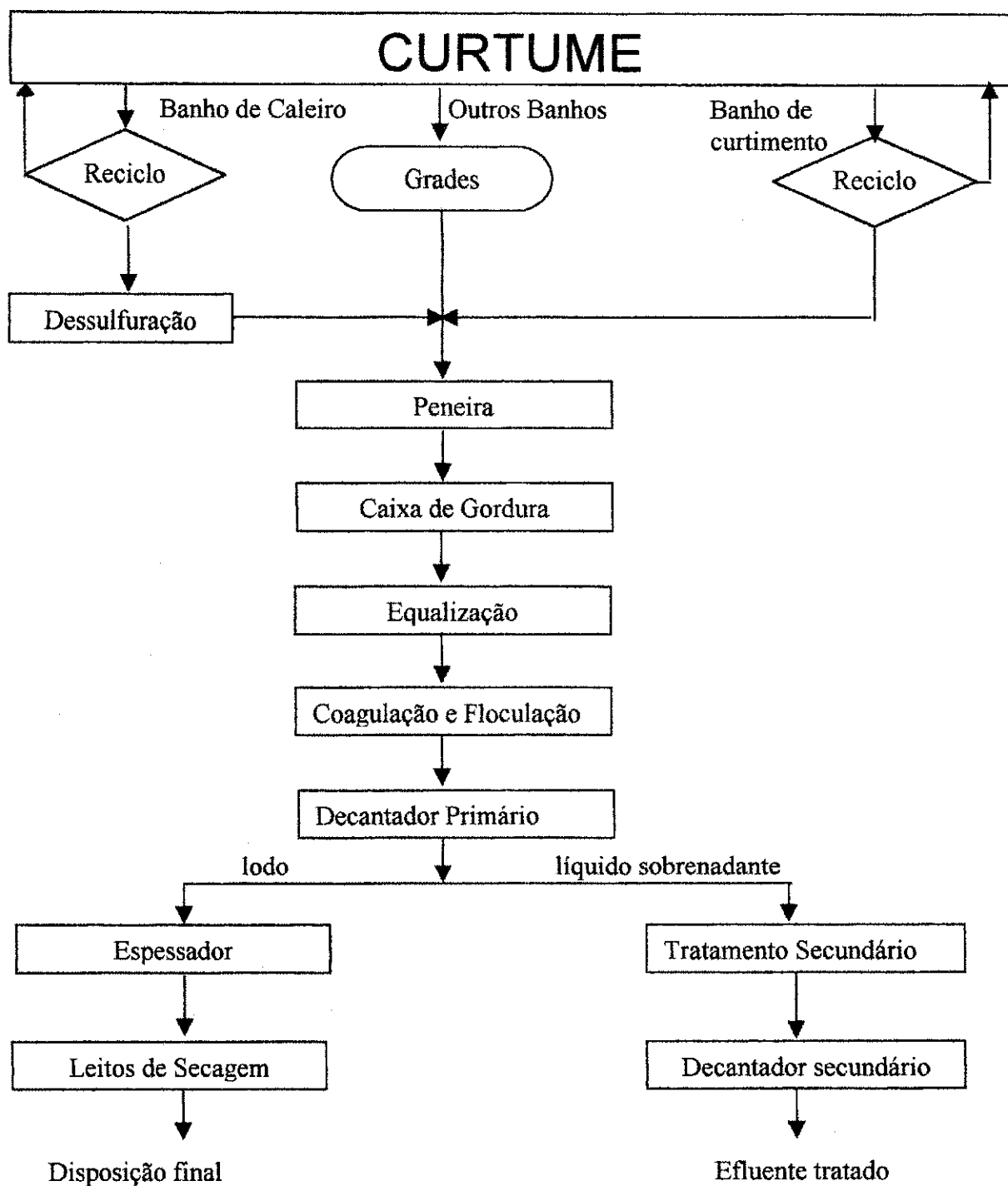
De um modo geral, podemos identificar, como fontes de contaminação atmosférica num curtume, o processo industrial e o sistema depurador de resíduos.

No processo industrial pode-se identificar três pontos de geração de emissões gasosas: o local de armazenamento das peles, a "barraca", a parte molhada que vamos considerar da ribeira até o pré acabamento, e o acabamento.

Na barraca temos o desprendimento de amônia, proveniente da decomposição de parte da proteína das peles ali estocadas. Na parte molhada, pode-se ter resíduos atmosféricos de odores desagradáveis, como gás sulfídrico, a amônia, subprodutos aminados e outros. No acabamento, os resíduos atmosféricos podem ser de substâncias orgânicas voláteis, partículas de água em suspensão e material particulado sólido em suspensão.

No sistema depurador podem-se identificar quatro fontes geradoras de resíduos atmosféricos: o tratamento de efluentes em fase predominante líquida, a secagem e disposição final do lodo, a área de estocagem da carnaça e a área de preparação das soluções utilizadas, no tratamento dos resíduos líquidos.

## 9.2. FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES



### 9.3. TRATAMENTO DE EFLUENTES

#### 9.3.1. RECICLAGEM

##### 9.3.1.1. Reciclo do Caleiro

Opta-se pela reciclagem do caleiro, uma vez, que a mesma possibilita uma economia no consumo de sulfeto, pois dos 50% do sulfeto inicialmente ofertado ao processo, pode-se recuperar cerca de 80% do mesmo no banho residual, baseado em CLASS e MAIA (1994:82). Além disso, reduz a quantidade necessária para oxidar os sulfetos residuais a tiosulfato, como também, diminui a carga orgânica e tóxica no efluente total, pois este é responsável por cerca de 75% da toxicidade total devido ao sulfeto e pode-se reduzir a DQO em 20 à 22% e o nitrogênio em 25%. Observa-se que não há prejuízo quanto a qualidade do couro (FOLACHIEER – 1976), pois estas se apresentam limpas e com flor mais fina sem afetar as suas propriedades físico-mecânicas, além dos resultados analíticos para complementação do banho terem boa reprodutividade.

Após a imunização do pêlo para sua preservação segue-se a filtragem tão logo o mesmo esteja solto da pele. Para tanto, o banho é retirado do fulão por meio de uma canalização para um pequeno tanque de recepção para alimentação do micro-filtro rotativo, para filtragem e dissolução do mesmo banho para o fulão por gravidade. No final do processo os banhos são descarregados para um tanque de acúmulo, onde será analisado para sua reformulação similar ao primeiro banho e bombeados para sua reformulação no lote subsequente. Esta microfiltragem permite recuperar até 90% do pêlo perdido no banho e economiza-se 12,5 Kg de  $\text{Na}_2\text{S}$  por tonelada segundo FOLACHIEER (1976).

Quando houver necessidade o tanque de acúmulo também será utilizado para a realização da dessulfuração antes do envio para a estação de tratamento de efluentes através do fornecimento de oxigênio via insuflação de ar pelo fundo do tanque na presença de um catalisador de manganês.

### 9.3.1.2. Reciclo do Curtimento

Segundo BACKER e HUNZER (1977:57-62) em um processo tradicional ao cromo, 64% do cromo ofertado fica no couro, 12,5% fica não fixado no couro e 23,5% fica no banho. Logo, através da reciclagem direta diminui-se o consumo de cromo em cerca de 15%, segundo HOINACKI (1994:345) o que para FOLACHIEER isto representa uma economia de 25 Kg/t. além disso, reduz a carga tóxica do efluente representada pelo cromo trivalente, o qual é extremamente nocivo aos microorganismos que atuam no tratamento secundário e diminui a preocupação para removê-lo no tratamento físico-químico objetivando um lodo primário sem elevada concentração de cromo, baseado em CLASS e MAIA.

Os processos de píquel e curtimento são realizados em banhos separados. O banho de curtimento após utilização é peneirado, analisado quanto ao teor de óxido de cromo e aplicado no curtimento do lote seguinte, repondo a percentagem de cromo ofertada inicialmente. Como o cromo do banho residual no início do primeiro ciclo já está basificado, o basificante é adicionado em proporção do sal de cromo utilizado. Este método recupera 78% do volume de água empregado e apresenta um esgotamento de 73%, de acordo com FOLACHIEER.

### 9.3.2. TRATAMENTO DEPURADOR

O Pólo de Curtume de Campina Grande consta com estação de tratamento coletivo, entretanto, como o projeto tem fins acadêmicos desconsiderou-se a existência dessa estação de tratamento e projetou-se uma que atenda as necessidades do curtume em questão.

O sistema proposto consiste de um pré-tratamento composto de gradeamento, peneiramento e caixa de gordura. A dessulfuração quando houver necessidade é realizada no próprio tanque de acúmulo dos banhos residuais de caleiro. O tratamento primário é o convencional, constituído de equalização, coagulação, floculação química e sedimentador primário. Para desidratação do lodo adota-se um espessador e leitos de secagem. Quanto ao sistema secundário (biológico), foi adotado um lodo ativado por aeração prolongada. Para finalizar, emprega-se um sedimentador secundário e clorador.



O sistema proposto pode ser melhor compreendido a seguir:

#### 9.3.2.1. Pré-tratamento

Objetiva preparar o efluente para ser tratado. Removendo sólidos grosseiros, sedimentáveis ou flutuantes, a fim de evitar problemas na rede hidráulica da estação e proporcionar uma melhor eficiência nas etapas seguintes.

##### 9.3.2.1.1. Gradeamento

É uma operação física realizada com grades metálicas horizontais, estão dispostas na frente dos fulões visando a drenagem das águas e conseqüente retenção dos sólidos com espaçamento de até 10 cm. Existem também grades instaladas no sentido vertical dispostas em todo o percurso das canaletas do curtume.

##### 9.3.2.1.2. Peneiramento

É utilizado uma peneira auto-limpante responsável pela remoção de sólidos mais finos, apresentando orifício de diâmetro igual a 2 mm de espessura, os quais não podem ser retidos por gradeamento simples.

##### 9.3.2.1.3. Caixa de Gordura

O efluente possui uma certa quantidade de gordura, que além de prejudicar os equipamentos, poderá ocasionar incrustações no tanque e tubulações e prejudicar o contato do efluente com o ar pela formação de película na superfície da água. A remoção é efetuada pela caixa de gordura.

#### 9.3.2.2. Tratamento Físico-Químico

Objetiva preparar o efluente para o tratamento biológico, através da remoção de boa parte da carga poluidora, eliminando-se sólidos, óleos e graxas e parte da carga orgânica.

#### 9.3.2.2.1. Equalização

O tanque de equalização é responsável pela regularização do fluxo para um regime constante; equalização de parâmetros como pH, DBO/DQO e sólidos; realização de auto-neutralização das partículas coloidais e suspensas; manutenção das condições aeróbias do efluente, como também, oxida sulfetos residuais provenientes do arraste das peles na descarga dos fulões e também na forma de sulfeto livre que é transferido ao efluente nas operações posteriores de descarte, divisão, descalcinação e purga.

É oferecida a condição de turbulência, sem pontos mortos, através do Turbo Misturador Oxigenador, o qual permite a suspensão total dos sólidos, mantendo as condições da massa líquida em aerobiose.

#### 9.3.2.2.2. Coagulação/Floculação

A coagulação consiste na introdução no meio líquido de um produto capaz de anular as cargas, geralmente eletronegativas dos colóides presentes, de forma a gerar um precipitado.

A reação depende do contato entre os reagentes – sulfato de alumínio e o efluente alcalino, para haver a formação dos coágulos mediante também uma agitação turbulenta e rápida. Isto faz os sólidos suspensos incorporar-se formando os coágulos. Logo, o movimento do líquido dentro de uma tubulação sobre pressão, exerce excelentes condições para mistura do reagente considerado. O tempo de recalque do tanque de equalização aos decantadores também é um tempo viável de mistura, podendo portanto eliminar-se os tanques de mistura rápida e seus respectivos misturadores, reduzindo os custos de implantação e operacionais.

O sulfato de alumínio é dosado à uma solução de 2 à 5%, oriunda de tanques de diluição, onde o produto é dissolvido e mantido em agitação constante por meio de agitador mecânico. Este é adicionado na tubulação, no ponto de sucção do efluente, passando pela parte interna da bomba helicoidal e imediatamente seguindo ao decantador, tendo o espaço desta tubulação para reagir.

A floculação é a aglomeração dos colóides sem cargas eletrostáticas, resultado dos choques mecânicos sucessivos causados por um processo de agitação mecânica e mediante o uso de polieletrólitos na proporção de 0,1 à 0,05%.

Este processo elimina os tanques de mistura lenta e seus misturadores pois, o mesmo pode ocorrer com a reação instantânea dos polímeros, devendo ter apenas um ponto de dosagem do mesmo na entrada do decantador físico-químico.

#### 9.3.2.2.3. Decantação Primária

A finalidade é separar os flocos de lodo somados no tratamento químico pelos processos de coagulação e floculação dos efluentes brutos, através de um equipamento de formato cilindro-cônico vertical, que tem por objetivo diminuir a velocidade do líquido permitindo que os sólidos (flocos) sedimentem.

Os flocos sedimentados no fundo do decantador são enviados ao espessador para reduzir o volume de água. Deste, segue para o leito de secagem. Os líquidos retirados do lodo no espessador e no leito de secagem são recolhidos nos tanques de coleta e enviados ao tanque de equalização. O clarificado do decantador segue ao tratamento biológico.

#### 9.3.2.3. Tratamento Biológico

Tem por fim reduzir o teor de matéria orgânica biodegradável remanescente, que não foi possível remover nos tratamentos anteriores.

##### 9.3.2.3.1. Reator Biológico Aerado (RBA)

O presente projeto prevê o tratamento secundário através do sistema de lodos ativados. Este sistema constitui-se de um reator onde o dispositivo de aeração e agitação mantém o efluente em contato com o lodo biológico, fornecendo o oxigênio necessário a respiração microbiana. A aeração é efetuada por meio de Turbo Misturador Oxigenado.

### 9.3.2.3.2. Decantador Secundário

Esta unidade é por excelência a responsável pela separação de toda a massa microbiana formada no reator biológico, o qual se alimenta da carga orgânica existente no efluente. O líquido sobrenadante é separado com uma redução aproximada de 98% deste potencial poluidor e por consequência, em condições de lançamento ao corpo receptor, após desinfecção da água com cloração.

O sistema escolhido é o decantador secundário, circular, com retorno de lodo ativado ao RBA, por bombeamento provido de ponte raspadora.

### 9.3.2.4. Tratamento do Lodo

#### 9.3.2.4.1. Espessador

É um tanque similar a um decantador e pode ser empregado para obter um espessamento de lodo até 10% de sólidos em um dia. Contudo, mesmo após a utilização do espessador, o lodo ainda é de difícil manuseio, exigindo tratamento subsequente no leito de secagem. Com este espessamento se reduz pela metade o volume útil dos leitos de secagem, implicando uma grande economia na área ocupada pelos leitos.

#### 9.3.2.4.2. Leitos de Secagem

É a área onde são depositados os lodos provenientes dos decantadores, cuja finalidade é reduzir aproximadamente 75% da umidade deste. Caracteriza-se como um tanque de alvenaria sub-dividido em células compostas de camadas sucessivas de brita com leito drenante e uma camada filtrante superior de areia.

#### • **Medidores de Vazão**

O efluente tem sua vazão controlada por meio de dois medidores tipo calha Parschall. Uma calha é controlada após o peneiramento, a qual mede o efluente bruto a ser tratado. A segunda calha é colocada após o decantador final, no

tratamento biológico medindo a vazão de efluente tratado, que segue ao tanque de recolhimento de água reciclada.

#### *9.4. MEMORIAL DE CÁLCULO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE EFLUENTES*

##### 9.4.1. DISCUSSÃO SOBRE A VAZÃO

A ETE será projetada para atender a produção de 400 couros/dia. Sabe-se que esta produção representa um consumo de 10,4 t/dia, tendo em vista um peso médio da matéria-prima de 26 Kg.

A base de cálculo para estimar a vazão será de 23 litros de água por Kg de pele processada, de acordo com parâmetro de 240 l/couro, segundo VILLA.

Emprega-se esta base de cálculo, em razão do que se segue:

- Desperdícios de água gera efluentes a ser tratado, comprometem o custo;
- Grandes volumes de água consumida faz crescer o tamanho das instalações da ETE, exigindo-se mais investimentos, podendo comprometer a própria operacionalidade do mesmo;
- A adoção de processos modernos, como os reciclos, os quais minimizam o consumo de água, reduzindo portanto a geração de efluentes.

A vazão de tratamento será de 12 m<sup>3</sup>/h para 400 couros/dia, durante 20h/dia de funcionamento.

Portanto, o projeto terá bases de dimensionamento, três vazões distintas:

1. Vazão diária = 240 m<sup>3</sup>/dia.
2. Vazão de pico = 36 m<sup>3</sup>/h em cada canaleta, com duração de alguns minutos e que é provocada pela avalanche da descarga simultânea de alguns fufões.
3. Vazão de tratamento: após equalização, que corresponde a 12 m<sup>3</sup>/h obtida por bombeamento, a partir do equalizador.

Nestes termos, as canaletas de recolhimento dos efluentes, estão dimensionadas para os picos de vazão, semelhantemente a caixa de gordura e peneira.

Em função da inconstância da vazão, projeta-se um tanque de equalização que permita recolher os efluentes de um dia de produção. Do equalizador o efluente é conduzido por bombeamento com vazão constante, às etapas de tratamento propriamente dito, para o final ser coletado no tanque de água reciclada.

#### 9.4.2. RELAÇÃO DE TODOS OS USOS DA ÁGUA

Os efluentes da ETE é a soma de todas as águas residuais, do setor industrial, com exceção dos banhos de reciclo completo.

ORIGEM DOS EFLUENTES	CONSUMO m <sup>3</sup> /dia	%
Remolho	33,6	14,0
Caleiro (perdas e lavagem)	2,88	1,2
Descarne	8,88	3,7
Divisão	1,92	0,8
Descalcinação/Purga	56,4	23,5
Píquel/Curtimento	12	5,0
Neutralização	14,4	6,0
Recurtimento	24	10,0
Tingimento/Engraxe	28,8	12,0
Acabamento	14,4	6,0
Lavagem Geral + Refeitório + Sanitário	33,6	14,0
Caldeira	9,12	3,8
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>100</b>

Quadro 5 – Relação de todos os usos de água baseado na experiência prática.

As operações supracitadas, englobam a industrialização da vaqueta e raspa, obtendo-se consumo médio de 240 l de água por couro.

O consumo para fins higiênicos e sanitários, estima-se um consumo médio per capita de 72 l/dia.

As características qualitativas e quantitativas dos despejos de curtume, são variáveis durante um dia normal de processamento, em descargas dos fulões das diferentes fases do processamento industrial, que geralmente são feitas em períodos diferenciados, não coincidentes entre fases.

A descarga descontínua, a periodicidade dos mesmos são as seguintes:

PROCESSO	PERIODICIDADE
Remolho -----	1/3 dia
Caleiro (Perdas)-----	1 vez ao dia
Descarne-----	durante o dia
Desencalagem-----	1 vez ao dia
Purga -----	1 vez ao dia
Píquel-----	1 vez ao dia
Curtimento-----	1 vez ao dia
Recurtimento/Tingimento/Engraxe-----	2 vezes ao dia
Lavagens em geral -----	durante o dia
Caldeira -----	durante o dia

Conclui-se que a vazão de projeto e o volume total dos efluentes gerados pelo curtume estão fundamentados no Balanço Hídrico, e considerando-se reciclo total dos banhos de caleiro, o volume dos outros banhos descartados e o número de operações diárias.

#### 9.4.3. CÁLCULOS

Os cálculos abaixo relacionados estão embasados em CLASS, MAIA e JOST – 1994.

### 9.4.3.1. Reciclagem

#### a) Reciclagem do Caleiro

- Tanque de recepção para alimentação do microfiltro.
  - Volume útil (m<sup>3</sup>): 31,2 (com base em 10.400 Kg pele/fulão/dia e 300% água)
  - Dimensões (m): 3 x 3 x 4
  - Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo.
- Micro-filtro
  - Vazão (m<sup>3</sup>/h): 10 (com base na vazão da bomba de distribuição)
  - Espaçamento das fendas (mm): 0,75
- Bomba de recalque para micro-filtro e para abastecimento do fulão
  - Vazão (m<sup>3</sup>/h): 10 (com base em um tempo de microfiltração de 2 h)
  - Potência (HP): 3
  - Tipo: helicoidal de cavidade progressiva, estágio de pressão único (6 bar)
  - Número de unidades: 2 + 1 sobressalentes
  - Acionamento: via bóia de nível

- Sistema de aeração para dessulfuração

Cálculo do íon sulfeto estocado (S<sup>-</sup>)

$$Na_2S \Rightarrow 10.400 \times 1,5\% = 156 \text{ Kg}$$

$$Na_2S \Rightarrow 156 \times 50\% = 78 \text{ Kg}$$

$$O_2 \Rightarrow \frac{38,4 \text{ Kg}}{20 \text{ h}} = 1,92$$

Tendo-se que 80% do sulfeto ofertado é consumido no processo:

$$O_2 \Rightarrow 32 \text{ Kg} + 20\% = 38,4 \text{ Kg}$$

$$O_2 \Rightarrow \frac{38,4 \text{ Kg}}{20 \text{ h}} = 1,92 \text{ Kg de } O_2/\text{h}$$



Como utiliza-se aerador flutuante (1 Kg de O<sub>2</sub>/HP:h) de ¼ HP necessita-se de 5 aeradores.

A potência mecânica será:

$$\frac{78m^3 \times 40w / m^3}{476w} = 6,55HP \cong 10HP$$

Portanto:

- ? Potência requerida (HP): 10
- ? Potência dos aeradores (HP): 4
- ? Número de unidades: 5 + 1 sobressalente
- ? Acionamento: Manual

#### b) Reciclagem de Curtimento

- Tanque de estocagem

- Volume útil (m<sup>3</sup>): 10,4 (com base em 10.400 Kg pele/dia e 100% água considerando-se reciclagem de banhos de curtimento de couros).
- Dimensões (m): 3 x 3 x 3
- Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo.

- Bomba de distribuição do banho

Similar as anteriores

- Peneira

- Vazão (m<sup>3</sup>/h): 10
- Espaçamento das fendas (mm): 1
- Tipo: corpo e perfil peneirante em aço inoxidável, tipo peneira hidrodinâmica

### 9.4.3.2. Sistema de Tratamento Principal

#### a) Gradeamento

Espaçamento entre barras ( $S_b$ ): 15 mm # 0,015 l/m<sup>3</sup>

Vazão a tratar: 240 m<sup>3</sup>/dia

Velocidade de escoamento: 0,75 m/s

Percentual de obstrução máxima da grade: 50%

- Cálculo percentual da eficiência da grade (E):

- Grade totalmente limpa

$$E = \frac{S_b \times 100}{St} = \frac{15 \times 100}{28} \Rightarrow E = 53,75\%$$

- Grade 50% obstruída (E')

$$E' = \frac{S_b \times 50}{St} = \frac{15 \times 50}{28} \Rightarrow E' = 26,79\%$$

Onde: St – espaçamento total (entre barras + diâmetro das barras)

- Cálculo da área útil de escoamento da canaleta (Au):

- Seção de escoamento

$$Au = \frac{QPico}{V} \Rightarrow QPico = \frac{QHora}{segundos} \Rightarrow QPico = \frac{90}{3600} \Rightarrow QPico = 0,025 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Au = \frac{0,025}{0,75} \Rightarrow Au = 0,033 \text{ m}^2$$

- A área total da canaleta

$$At = \frac{Aux100}{E} \Rightarrow At = \frac{0,033 \times 100}{26,79} \Rightarrow At = 0,12 \text{ m}^2$$

- Dimensões da canaleta

$$L^2 = 0,2 \Rightarrow L = 0,35 \text{ m}$$

Largura do canal: 0,50

Altura da lâmina d'água: 0,75 m

b) Medidor de Parshall

Para a medição do efluente bruto: calha de 6" de garganta

Para a medição do efluente final: calha de 3" de garganta

Aspecto construtivo: fibra de vidro

c) Peneira Auto-Limpante

Comprimento unitário (m): 1,00

Capacidade para peneirar (m<sup>3</sup>/h): 90

Furos na malha (mm): 3,0

d) Caixa de Gordura

Tempo de retenção (h): 0,5

Volume útil (m<sup>3</sup>): 11,2 (com base da vazão de pico 36 m<sup>3</sup>/h e o tempo de retenção)

Número de chicanas: 4

Profundidade útil (m): 1,5

Comprimento (m): 3,25

Largura (m): 2,3

Aspecto construtivo: em alvenaria, com paredes totalmente lisas para evitar incrustações de gordura nas paredes internas.

e) Tanque de Equalização

Tempo de retenção (h): 20

Volume útil (m<sup>3</sup>): 240 (com base em um tempo de retenção de 20 h)

Dimensões (m): 10 x 08 x 03

- Sistema de mistura e aeração dos banhos do tanque de homogeneização

Cálculo do íon sulfeto liberado no efluente (S<sup>2-</sup>)

$$Na_2S \Rightarrow 10.400 \times 1,5\% = 156 \text{ Kg}$$

$$Na_2S \Rightarrow 156 \times 50\% = 78 \text{ Kg}$$

$$S^{2-} \Rightarrow \frac{78 \times 32}{78} = 32 \text{ Kg}$$

Tendo-se que 80% do sulfeto ofertado é consumido no processo, os outros 20% são liberados no efluente.

$$O_2 \text{ (segurança)} \Rightarrow 32 \text{ Kg} \times 20\% = 6,4 \text{ Kg}$$

$$S^{2-} \Rightarrow 600 \text{ m}^3 \times 10 \text{ mg/l} = 6 \text{ Kg de } S^{2-}$$

$$O_2 \text{ (total)} \Rightarrow 6,4 + 6 = 12,4 \text{ Kg de } O_2$$

$$O_2 \Rightarrow \frac{12,4 \text{ Kg}}{20 \text{ h}} = 0,62 \text{ Kg de } O_2/\text{h}$$

Como se utiliza aerador flutuante (1 Kg de O<sub>2</sub>/HP:h) de ¾ HP necessita-se de 2 aeradores. A potência mecânica será:

$$\frac{600 \text{ m}^3 \times 40 \text{ w} / \text{ m}^3}{3 \times 476 \text{ w}} = 16,81 \text{ HP} \cong 20 \text{ HP}$$

Portanto:

- Potência requerida (HP): 20
- Potência dos aeradores (HP): 10
- Número de unidades: 2 + 1 sobressalente
- Acionamento: Manual

- Bomba de equalização da vazão dos banhos residuais

Vazão (m<sup>3</sup>/h): 30 (com base 20h/dia)

Potência (HP): 10

Tipo: helicoidal de cavidade progressiva, um estágio de pressão de 6 bar

Número de unidades: 1 + 1 sobressalente

#### f) Sistema de Dosagem

- Tanques:

- ✎ Tanque de solução de sulfato de manganês

- Função: agente catalisador da reação de oxidação do sulfeto residual.

- Volume útil (m<sup>3</sup>): 0,7 (com base da utilização de 70 mg/l de MnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O, equivalente a 20 mg/l de Mn<sup>++</sup> a 26% de pureza em uma solução a 10% e estoque máximo para dois dias de trabalho).

- Dimensões (m): 1,0 x 1,0 x 0,7

- Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo.

- ✎ Tanque de solução de sulfato de alumínio

- Função: coagulação química.

- Volume útil (m<sup>3</sup>): 0,3 (com base da utilização de 200 mg/l de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> • 18H<sub>2</sub>O, do produto comercial em uma solução a 10% e estoque máximo diário).

- Dimensões (m): 0,7 x 0,7 x 0,6

- Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo.

- ✎ Tanque de polietrólito

- Função: floculação química.

- Volume útil (m<sup>3</sup>): 0,12 (com base na utilização de 1 mg/l de polietrólito uma solução a 0,1% e estoque máximo diário).

- Dimensões (m): 0,5 x 0,5 x 0,5

- Aspecto construtivo: tanques de fibrocimento de 500l.

- Agitadores:

- ✎ Agitador para o tanque de sulfato de manganês

- Potência requerida (HP): 0,5
- Acionamento: por contador
- Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável

- ✎ Agitador para o tanque de sulfato de alumínio

- Potência requerida (HP): 1/3
- Acionamento: por contador
- Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável

- ✎ Agitador para o tanque de polietrólito

- Potência requerida (HP): 1/3
- Acionamento: por contador
- Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável

- Bomba dosadora de soluções:

Período: 20 h/dia

Vazão da bomba (l/h): regulável de 0 a 120

Potência (HP): 0,5

Tipo: bomba dosadora de diafragma com 6 vias de dosagens

Acionamento: via bóia

g) Decantador Primário

Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área} : \frac{30m^3 / h}{2 \times 1m^3 / m^2h} = 15m^2$$

Onde: taxa de aplicação – 1m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h

$$\text{Diâmetro: } \left[ \frac{(4 \times 15)}{\pi} \right]^{1/2} = 4,5m$$

Volume da parte cilíndrica:  $15 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ h} = 30 \text{ m}^3$

Portanto:

Volume útil ( $\text{m}^3$ ): 60

Dimensões (m):  $\phi = 2,3$ ,  $h = 1$

(inclinação de  $60^\circ$  do cone de sedimentação)

Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo

Número de unidades: 2

Tipo: circular, alimentação central, escoamento final periférico, extração de lodo pelo fundo do poço do lodo, provido de raspador de lodo e flotador tipo metade de ponte mecanizada.

#### h) Tratamento Biológico

Base de cálculo:

Profundidade do reator	-----	4,0
Vazão de tratamento	-----	$30 \text{ m}^3/\text{h}$
Retorno do lodo ativado	-----	$30 \text{ m}^3/\text{h}$
DBO <sub>5</sub> de alimentação	-----	500 mg/l
DBO <sub>5</sub> residual	-----	30 mg/l
Carga diária de DBO <sub>5</sub>	-----	3.500 mg/l
Volume diário	-----	$600 \text{ m}^3$
Idade do lodo	-----	30 dias

Constantes:

Taxa específica de remoção de substrato (k): 0,02 l/mg dia

Taxa específica de respiração endógena (b):  $0,07 \text{ dias}^{-1}$

Capacidade de produção (y): 0,5 (baseado na DBO<sub>5</sub>)

Frações dificilmente biodegradáveis do material celular (f): 0,2

Taxa específica de sólidos inertes em suspensão (xii): 0,06 g/l

Os valores foram arbitrados com base no tipo de efluente esperado.

- Reator Biológico Aerado

Efluente após tratamento primário:  $DBO_5 = 500 \text{ mg/l}$

Eficiência esperada do tratamento secundário:  $E = 95\%$

Vazão:  $Q = 600 \text{ m}^3/\text{dia}$

Massa do substrato:  $K = 600 \text{ Kg/dia}$

Massa substrato:  $MS = 570 \text{ Kg/dia}$

Massa de organismos ativos no tanque de aeração ( $M_{xa}$ ):

$$M_{xa} = \frac{Y \times IL}{1 + b \times IL} = \frac{0,5 \times 30 \times 570}{1 + 0,07 \times 30} = 2.758,06 \text{ Kg/dia}$$

Massa de resíduos endógenos no tanque de aeração ( $M_{xe}$ ):

$$M_{xe} = f \times b \times IL \times M_{xa} = 0,2 \times 0,07 \times 30 \times 2.758,06 = 1.158,39 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos voláteis em suspensão no tanque de aeração ( $M_{xv}$ ):

$$M_{xv} = M_{xa} + M_{xe} = 2.758,06 + 1.158,39 = 3.916,45 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos inertes em suspensão no tanque de aeração ( $M_{xii}$ ):

$$M_{xii} = Q_{xi} \times IL = 600 \times 0,06 \times 30 = 1.080 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos suspensos totais no tanque de aeração ( $M_x$ ):

$$M_x = M_{xv} + M_{xii} = 3.916,45 + 1.080 = 4.996,45 \text{ Kg/dia}$$

Concentração de sólidos suspensos totais no tanque de aeração ( $X$ ):

$$X = 4,00 \text{ mg/l (arbitrado)}$$



Volume do tanque de aeração (V):

$$V = \frac{Mx}{X} = \frac{4.996,45}{4,00} = 1.249,12 \text{ m}^3$$

Dimensões:

Comprimento (m): 12,5

Largura (m): 7

Profundidade (m): 2

Volume real (m<sup>3</sup>): 1.175,12

Tempo de retenção hidráulico (tr):

$$tr = \frac{175}{240} = 0,73 \text{ dias}$$

Reação alimento/microorganismo (F/M):

$$F / M = \frac{MS}{M_{xv}} = \frac{570}{3.916,45} = 0,1455 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg SSVUTA x dia}$$

Esta relação situa-se na faixa de controle, a qual é de 0,05 a 0,15 Kg SSVTA x dia.

- Sistema de aeração para o reator aeróbio

Consumo de oxigênio:

$$O_2 \Rightarrow 25 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ Kg} = 75 \text{ Kg/h (com base de 3 Kg de } O_2/\text{Kg DBO}_5)$$

Logo:

Potência requerida (HP): 60 (com base na densidade de potência 50 w/m<sup>2</sup> e 3 Kg O<sub>2</sub>/Kg DBO<sub>5</sub>)

Potência por aerador (HP): 25

Número de unidades: 3 + 1 sobressalente

Tipo: aeradores lentos (baixa rotação) e flutuantes

Acionamento: manual por contadores

i) Decantador Secundário

Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área} : \frac{15 \text{ m}^3 / \text{h}}{0,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}} = 30 \text{ m}^2 \quad \text{onde: taxa de aplicação} - 0,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$\text{Diâmetro} : \left[ \frac{(4 \times 30)}{\pi} \right]^{1/2} = 6,2 \text{ m}$$

Volume da parte cilíndrica:  $15 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h} = 60 \text{ m}^3$

Portanto:

Volume útil ( $\text{m}^3$ ): 30

Dimensões (m):  $\phi = 2,6$ ,  $h = 1$

(inclinação de  $7^\circ$  do cone de sedimentação)

Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo

Número de unidades: 2

Tipo: circular, alimentação central, escoamento final, periférico, provido de raspador de lodo. A extração do lodo se dá por intermédio de poço de lodo ao fundo do sedimentador, via bombeamento contínuo.

- Bomba de reciclagem do lodo

Vazão ( $\text{m}^3/\text{h}$ ): 30

Potência (HP): 10

Tipo: helicoidal de um estágio

Número de unidades: 1 + 1 sobressalente

Acionamento: manual por contador

j) Espessador

- Cálculo do volume de lodo formado diariamente (VL)

- Volume de lodo proveniente do sedimentador:

Para cada Kg de pele processada, tem-se a geração de 0,1 Kg de matéria seca (MS), resultando 1.040 Kg de lodo sedimentado. Este material ingressa com cerca de 3% de MS, a massa de lodo a ser espessada será de 43.334 Kg. Como a densidade média deste material é de 1.012 Kg/m<sup>3</sup>, tem-se 42,32 m<sup>3</sup> de lodo a 3% de MS.

- Volume do lodo biológico:

Estima-se 5 m<sup>3</sup>/dia, conforme condições atuais de sistemas similares.

- Volume total de lodo: 42,32 m<sup>3</sup>
- Volume útil (m<sup>3</sup>): 14,4 (com base em um tempo de retenção de 6 h)
- Profundidade útil (m): 1,4 (estimada)
- Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área} : \frac{14,4 \text{ m}^3 / \text{h}}{1,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}} = 10,28 \text{ m}^2 \quad \text{onde: taxa de aplicação} - 1,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$\text{Diâmetro} : \left[ \frac{(4 \times 10,28)}{\pi} \right]^{1/2} = 3,6 \text{ m}$$

- Número de unidades: 1

**I) Leitos de Secagem:**

Área útil (m<sup>3</sup>): 26,5

Altura útil (m): 0,6

Tempo de retenção (dia): 10 a 15

Comprimento (m): 5,75

Largura (m): 2,3

Número de células: 7

## 10.0 – ANÁLISES QUÍMICAS

A análise química é de fundamental importância para se verificar a legitimidade dos produtos químicos fornecidos pelas indústrias, como também, o controle dos processos na produção, além de controlar a poluição através dos banhos residuais.

### 10.1. ALGUNS TIPOS DE ANÁLISES QUÍMICAS

- Banho residual de calceiro
- Banho residual de curtimento
- Esgotamento do banho residual de engraxe

#### 10.1.1. ANÁLISES MAIS IMPORTANTES PARA COUROS WET-BLUE E SEMI-ACABADO

- Teor de umidade
- Teor de cromo
- Teor de cinzas
- Cifra diferencial e pH interno

#### 10.1.2. ANÁLISES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

As técnicas de medida da poluição utilizam primeiramente a química analítica clássica. A análise elementar permite uma verdadeira ênfase sobre o efluente responsável pela poluição. Citaremos entre outras estas determinações:

- pH
- Temperatura
- Odor
- Turbidez
- Pesquisa de Elementos (mercúrio, ferro, cobre e cromo).

### Análises específicas da poluição:

- Materiais Decantáveis
- Materiais em Suspensão
- Oxigênio Dissolvido
- DQO
- DBO<sub>5</sub>

#### 10.1.3. ANÁLISE DOS INSUMOS QUÍMICOS

Os insumos químicos são analisados objetivando a determinação da quantidade de sólidos totais, pH e concentração, mostrando, assim, a qualidade dos produtos a serem empregados.

## 11.0 – CONTROLE DE QUALIDADE

O objetivo principal da aplicação de um controle efetivo sobre a produção é não liberar produtos de qualidade e desempenho inferior ao previsto, minimizar os custos de fabricação de produtos defeituosos, a fim de que o consumidor possa adquirir mercadoria perfeita e de bom desempenho.

Em termos industriais a Qualidade Total apresenta as seguintes conseqüências:

- Maximização do potencial dos recursos humanos e materiais;
- Envolvimento de todas as pessoas vinculadas ao processo;
- Melhoramento do ambiente do trabalho;
- Minimização dos efeitos agressivos ao meio ambiente;
- Sobrevivência da empresa no mercado.

A maior mudança introduzida pela filosofia da Qualidade Total é, sem dúvida, a importância que o cliente assume no processo produtivo.

Na indústria coureira são executados controles físico-mecânicos, conforme a NORMALIZAÇÃO – Métodos oficializados pela Internacional Union of Leather Chemists Societs, anotadas com as letras IUP com o número correspondente ao conjunto de métodos da União.

### 11.1. NOÇÕES GERAIS DO PROCEDIMENTO

- IUP/1 – Considerações gerais
- IUP/2 – Amostragem
- IUP/3 – Acondicionamento
- IUP/4 – Medição da espessura

Estas IUPs são obrigatórias para todos os métodos físico-mecânicos empregados.

## 11.2. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS REALIZADOS NA INDÚSTRIA

- IUP/5 – Medida da densidade aparente
- IUP/6 – Medida da carga de tração
  - Tensão no ponto de ruptura
  - Elongação percentual
  
- IUP/8 – Medida da carga de rasgamento
- IUP/9 – Medida da distensão e da resistência da flor pelo teste de ruptura da esfera
- IUP/10 – Resistência à absorção de água em couro cabedal
- IUP/13 – Medida da elasticidade bi-dimensional
- Veslic – Teste da resistência à abrasão da cor no couro.



## 12.0 – INVESTIMENTO DO PROJETO

Na implantação de uma empresa, o orçamento é imprescindível com norma administrativa, o investimento significa a aplicação de capital em meios que levam ao crescimento da capacidade produtiva, instalações, máquinas, meios de transporte, ou seja, bens de capital. O investimento é toda aplicação de dinheiro com expectativa de lucro.

A determinação do capital necessário à instalação e funcionamento da indústria não pode ser feito sem que haja um estudo cuidadoso pois, o capital com que a empresa deve iniciar suas atividades deverá ser suficiente para o primeiro ciclo econômico de produção, desde a compra da matéria-prima até o recebimento do dinheiro pela venda do produto acabado.

### 12.1. MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	C/ UNITÁRIO (R\$)	QUANTIDADE	CUSTO TOTAL (R\$)
Balança para caminhão	16.000,00	01	16.000,00
Balança de 1 Kg	220,00	01	220,00
Balança de 50 Kg	834,00	01	834,00
Balança de 500 Kg	2.000,00	01	2.000,00
Balança Móvel (1000 Kg)	4.965,00	03	14.895,00
Caldeira	22.000,00	01	22.000,00
Compressor	3.300,00	02	6.600,00
Equip. de proteção, estufa, balança analítica, equip. complementares			30.000,00
Empilhadeira	7.000,00	02	14.000,00
Fulão de Bater	11.250,00	01	11.250,00

Fulão de Bater Sal	10.150,00	01	10.150,00
Fulão de Curtimento	13.250,00	03	39.750,00
Fulão de Ensaio	3.805,00	03	11.415,00
Fulão de Remolho e Caleiro	20.750,00	02	41.500,00
Fulão de Recurtimento	17.250,00	04	69.000,00
Máquina de Amaciar	26.400,00	01	26.400,00
Máquina de Desaguar Contínua	24.700,00	01	24.700,00
Máquina de Descarnar	35.000,00	01	35.000,00
Máquina de Desempear	21.000,00	01	21.000,00
Máquina de Dividir	37.250,00	01	37.250,00
Máquina de Estirar	19.800,00	01	19.800,00
Máquina de Lixar	20.100,00	01	20.100,00
Máquina de Medir Eletrônica	10.200,00	01	10.200,00
Máq. de Pintar com Túnel de Secagem	26.700,00	01	26.700,00
Máquina de Rebaixar	23.000,00	01	23.000,00
Prensa	21.000,00	01	21.000,00
Secador à Vácuo	22.500,00	02	45.000,00
Secotherm Vertical	3.500,00	06	21.000,00
Toggling	14.000,00	01	14.000,00
<b>TOTAL</b>		-	<b>634.764,00</b>

Quadro 6 – Máquinas e Equipamentos

## 12.2. FOLHA DE PESSOAL

<b>PESSOAL</b>	<b>SALÁRIO (R\$)</b>	<b>Nº DE PESSOAS</b>	<b>TOTAL (R\$)</b>
Diretor-Presidente	3.500,00	01	3.500,00
Vice Presidente	2.200,00	01	2.200,00
Gerente Financeiro	1.500,00	01	1.500,00
Gerente de Vendas	1.500,00	01	1.500,00
Gerente de Produção	1.500,00	01	1.500,00
Pessoal de Escritório	350,00	08	2.800,00
Técnico Químico	1.000,00	04	4.000,00
Motorista	260,00	01	260,00
Mecânico/Eletricista	260,00	03	780,00
Vigia	200,00	04	800,00
Operário Qualificado	300,00	30	9.000,00
Operário Auxiliar	150,00	46	6.900,00
Carpinteiro	260,00	01	260,00
Servente	130,00	04	520,00
<b>TOTAL</b>	-		<b>35.520,00</b>

Quadro 7 – Folha de Pessoal

## 12.3. MATÉRIA-PRIMA E INSUMOS QUÍMICOS

<b>MATÉRIA-PRIMA E INSUMOS QUÍMICOS</b>	<b>CUSTO/KG</b>	<b>QUANTIDADE (KG)</b>	<b>CUSTO TOTAL (R\$)</b>
Ácido Fórmico	1,56	7.176	11.194,56
Ácido Sulfúrico	0,46	2.871	1.320,66
Amina	1,65	2.871	4.737,15
Auto-esgotante (curt.)	1,50	1.740	2.610,00
Bactericida	3,10	120	372,00
Bicarbonato de Sódio	0,64	3.828	2.449,92
Cal Hidratada	0,20	8.372	1.674,40
Carbonato de Sódio	0,71	957	679,47
Cloreto de Sódio	0,12	11.960	1.435,20
Cera	1,91	11.960	22.843,60
Corante	13,34	7.176	95.727,84
Desencalante	1,10	5.263	5.789,30
Formiato de Sódio	0,76	5.980	4.544,80
Fungicida	7,10	718	5.097,80
Igualizante de Tingimento	0,92	1.196	1.100,32
Laca	3,21	120	385,20
Óleo Aniônico	2,20	16.744	36.836,80
Óleo Catiônico	2,13	2.392	5.094,96
Peles Verdes	0,38	47.840	18.179,20
Peles Salgadas	0,75	191.360	143.520,00
Penetrante	2,35	24	56,40
Pigmento	3,74	36	134,64
Produto Enzimático	2,23	838	1.868,74
Resina Acrílica	1,92	7.176	13.777,92
Resina	2,09	168	351,12
Sal de Cromo	1,33	14.352	19.088,16
Solvente	2,02	120	242,40

Sulfato de Amônio	0,29	2.392	693,68
Sulfeto de Sódio	0,67	3.588	2.403,96
Tanino Sintético	2,62	9.568	25.068,16
Tanino Vegetal	1,44	7.176	10.333,44
Tensoativo	1,66	359	595,94
<b>TOTAL</b>			<b>440.207,74</b>

Quadro 8 – Matéria-Prima e Insumos Químicos.

#### 12.4. CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O curtume projetado trabalha com 10.400 Kg couro/dia ou 10,4 t/dia.

TRATAMENTO	R\$/t	R\$
Tratamento Primário	14.000,00	145.600,00
Tratamento Biológico	12.000,00	124.800,00
Tratamento do Lodo	8.000,00	83.200,00
<b>TOTAL</b>	<b>34.000,00</b>	<b>353.600,00</b>

Quadro 9 – Custo de Implantação de Estação de Tratamento

#### 12.5. CUSTOS OPERACIONAIS

TRATAMENTO	R\$ / t	R\$
Tratamento Primário	8.000,00	83.200,00
Tratamento Biológico	2.000,00	20.800,00
Tratamento do Lodo	6.000,00	62.400,00
<b>TOTAL</b>	<b>16.000,00</b>	<b>166.400,00</b>

Quadro 10 – Custos da Estação de Tratamento

## 12.6. CONSUMO DE ÁGUA

A água utilizada no curtume oriunda da rede pública refere-se ao consumo para fins higiênicos e sanitários, restaurante e lavagens em geral, uma vez que utiliza-se na produção água reciclada e à proveniente de poço artesiano.

Como 72 m<sup>3</sup>/dia corresponde a 1656 m<sup>3</sup>/mês e 1 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O custa R\$ 1,75 (valor industrial fornecido pela CAGEPA), tem-se um total de R\$ 2.898,00 por mês.

## 12.7. CONSUMO DE ENERGIA

O consumo de energia é de 794.095,14 Kwh/ano, correspondendo a 66.174,6 Kw/mês. Sendo o custo de 100 Kw de R\$ 13,95 (valor industrial fornecido pela CELB), tem-se um total de R\$ 9.231,35 por mês.

## 12.8. ALIMENTAÇÃO

Gasto por pessoa/mês ⇒ R\$ 58,50 (almoço e lanche)

Gasto com 106 pessoas ⇒ R\$ 6.201,00

## 12.9. CONSTRUÇÃO CIVIL

1 m<sup>2</sup> SC = R\$ 215,00

4.000 m<sup>2</sup>SC + 20% = 4800 m<sup>2</sup>SC ⇒ R\$ 1.032.000,00

Obs.: Os 20% destinam-se a caixa d'água, tanques e outros.

## 12.10. TOTAL DO INVESTIMENTO

<b>TOTAL DE INVESTIMENTOS</b>	<b>R\$/MÊS</b>
ÁGUA	2.898,00
ALIMENTAÇÃO	6.201,00
CONSTRUÇÃO CIVIL	1.032.000,00
ENERGIA	9.231,35
E.T.E.	520.000,00
FOLHA DE PAGAMENTO	35.520,00
MATÉRIA-PRIMA E INSUMOS QUÍMICOS	440.207,74
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	634.764,00
<b>TOTAL</b>	<b>2.680.822,00</b>

## 13.0 – CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou a oportunidade de conciliar os conhecimentos obtidos na vida acadêmica e industrial. O qual destina-se a conclusão do curso de Tecnologia Química – Modalidade Couros e Tanantes.

Com a conclusão deste projeto, verifica-se a viabilidade de implantação e funcionalidade do empreendimento em questão. Conforme a metodologia descrita no memorial, como a discussão sobre a localização, o desenho sistemático, o dimensionamento, o investimento e o fluxo industrial com os sistemas de controle, correção e depuração cabíveis.

Além disso, a indústria do couro no estágio atual é bastante promissora em virtude da excelência do seu produto pois, é difícil imaginar a vida do homem sem dispor deste, não apenas em épocas passadas, mas também na atual.

Espero que as informações apresentadas e os passos indicados para implantação deste curtume, possam ser úteis para aqueles que desejam se enquadrar neste setor.



## **14.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**CLAAS, Izabel Cristina e MAIA, Roberto A. M. Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume.** SENAI, Rio Grande do Sul, 1994.

**FOLACHIEER, A. Apostila sobre o Curso de Curtume e Poluição – Sua Prevenção e Depuração.** Escola Técnica de Curtimento – SENAI – Estância Velha, Rio Grande do Sul, 1976.

**HOINACKI, Eugênio. Peles e Couros: Origem, Defeitos e Industrialização.** CTC/SENAI – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2ª Edição, 1989.

**HOINACKI, E.; MOREIRA, M. V.; KIEFER, C. G. Manual Básico de Processamento do Couro.** CTC/SENAI – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Setembro, 1994.

**JOST, P. T. Tratamento de Efluentes de Curtume.** CNI-SESI/DN e SENAI/DN, Rio de Janeiro, 1989.

**VILLA, Júlio A. Relações Mútuas entre os Parâmetros da Indústria do Couro.**